This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

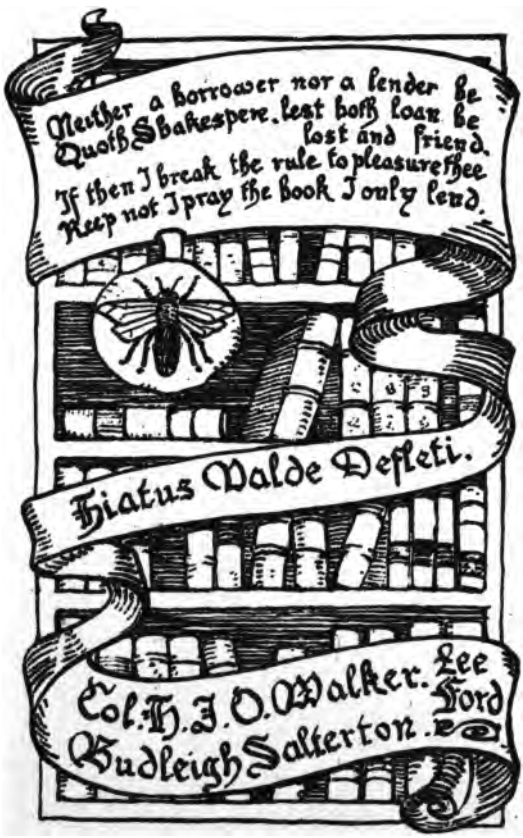
+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

Digitized by Google

474. A. 5



Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Die Honigbiene,

ihre Naturgeschichte, Anatomie und Physiologie.

Von

Thos. Wm. Cowan,
F. L. S., F. G. S., F. R. M. S., F. S. Sc. etc.
Vorsitzender des britischen Bienenenzüchter-Vereins, Redakteur des British Bee-Journals wie des „Führer des englischen Bienenzüchters" u. s w.

Aus dem Englischen übersetzt von

C. J. H. Gravenhorst,
Redakteur der „Deutschen illustrierten Bienenzeitung", Verfasser des „Praktischen Imkers" und des „Imkeralbums", in Wilsnack, Reg.-Bez. Potsdam.

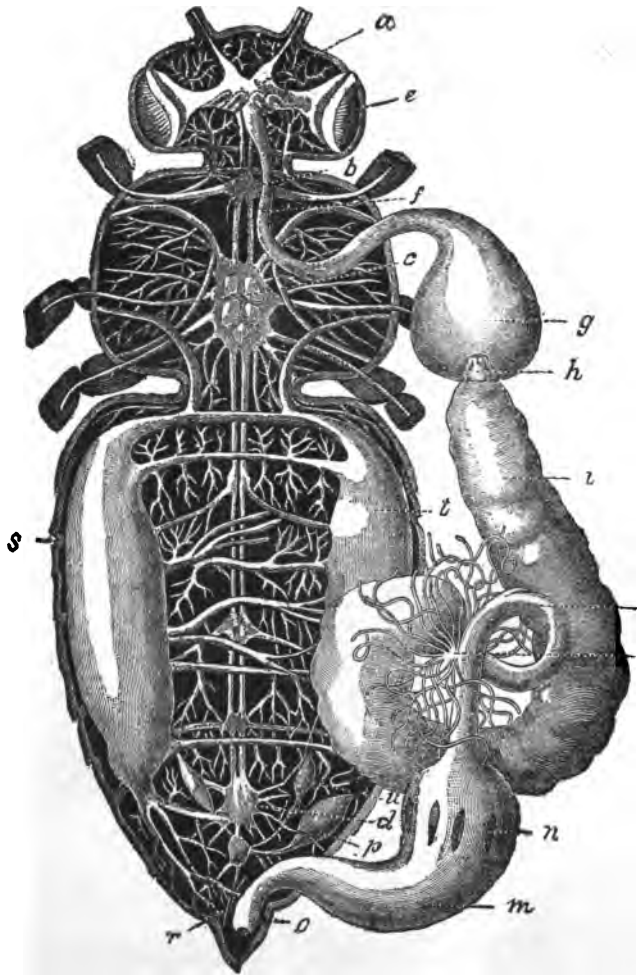
Illustriert mit 72 Figuren, die aus ca. 136 Einzelabbildungen bestehen.

Braunschweig.
C. A. Schwetschke und Sohn
(Appelhans & Pfenningstorff).
1891.

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google



Durchschnitt, welcher die inneren Organe der Biene zeigt.

Digitized by Google

Die Honigbiene,

ihre Naturgeschichte, Anatomie und Physiologie.

Von

Thos. Wm. Cowan,
F. L. S., F. G. S., F. R. M. S., F. S. Sc. etc.
Vorsitzender des britischen Bienenenzüchter-Vereins, Redakteur des British Bee-Journals wie des „Führer des englischen Bienenzüchters" u. s. w.

Aus dem Englischen übersetzt von

C. J. H. Gravenhorst,
Redakteur der „Deutschen illustrierten Bienenzeitung", Verfasser des „Praktischen Imkers" und des „Imkeralbums", in Wilsnack, Reg.-Bez. Potsdam.

Illustriert mit 72 Figuren, die aus ca. 136 Einzelabbildungen bestehen.

Braunschweig.
C. A. Schwetschke und Sohn
(Appelhans & Pfenningstorff).
1891.

Digitized by Google

Einzige vom Verfasser autorisierte deutsche Übersetzung.

Druck von Appelhans & Pfenningstorff in Braunschweig.

Digitized by Google

W
RTYMF
.C
.G
1891

Vorwort.

Sehr wenig Worte der Rechtfertigung werden erforderlich sein, das Erscheinen dieses Buches über die Honigbiene zu begründen. Wir haben bereits eine ganze Anzahl klassischer Schriftsteller, wie Swammerdam, Réaumur, Huber und andere, welche über denselben Gegenstand schrieben. Sie verfaßten Werke von ausgezeichnetem Werte, welche im letzten Jahrhundert für den Fortschritt der Wissenschaft über den in Rede stehenden Gegenstand von Nutzen geworden sind, da sie so manche Beiträge zur Belehrung über denselben enthalten. Nichtsdestoweniger sind durch die Verbesserungen des Mikroskopes, durch unsere fortwährend sich vermehrenden Kenntnisse neue Thatsachen neben den bereits gewonnenen zutage getreten, wie durch wiederholte Versuche und Beobachtungen Fehler entdeckt worden. Mit der Vermehrung unserer Kenntnisse verschwanden manche Theorien wieder und andere mit einem ganz verschiedenen Charakter traten an deren Stelle. Während des gegenwärtigen Jahrhunderts ist viel gethan von Männern wie Leuckart, v. Siebold, Leydig, Schönfeld, Schiemenz und andere, schwierige Probleme zu lösen. Unglücklicherweise aber sind die Früchte ihrer Arbeiten nicht immer erreichbar, da sie sich zerstreut in verschiedenen Schriften der einzelnen wissenschaftlichen Gesellschaften befinden. Niemals sind sie zu einem Ganzen gesammelt worden. Vielfach erschienen diese Arbeiten als Monographien über einzelne besondere Organe, und so wertvoll diese auch für den gewöhnlichen Entomologen sind, so enthalten sie doch zuviel von dem, was für den Spezialisten wenig Wert hat. Die ungemein erschöpfende Weise, in welcher die Gegenstände behandelt werden, macht die Bücher sehr teuer und dadurch zumeist unerreichbar für den gewöhnlichen Praktiker. Zuzeiten, wenn Zusammenstellungen gemacht wurden, hat

Digitized by Google

man die Entdeckungen verzeichnet, ohne dabei die Namen der Entdecker anzugeben, und der Leser weiß nicht, wem die Entdeckungen pflichtmäßig zuzuschreiben sind, ja oft wird der Verfasser der Zusammenstellungen als Entdecker bezeichnet. Viele dieser Bücher enthalten auch viel Ueberflüssiges, bloß um den Umfang und die Kosten des Werkes zu erhöhen, viele bringen wiederholt Theorien, die längst abgethan sind, oder sie widerlegen auch solche und vermehren dadurch gleichfalls die Stärke des Bandes.

Nachdem wir uns viele Jahre hindurch mit mikroskopischen Untersuchungen, speziell in Rücksicht auf die Anatomie der Honigbiene, beschäftigt haben, sind wir wiederholt von Freunden ersucht worden, dem bestehenden Mangel eines von dem gewöhnlichen Manne als Handbuch zu benutzenden einschlägigen Werkes über diesen Gegenstand abzuhelfen. Indem wir dieser Aufforderung nachgekommen sind, ist es unser Bemühen gewesen, ein Buch zu schaffen, welches in prägnanter Form alle bisher gemachten in den verschiedenen Zeitungen und Schriften gelehrter Gesellschaften zerstreut vergraben liegenden Entdeckungen enthält. Während wir uns bemühten, unseren Gegenstand in einer durch und durch erschöpfenden Weise zu behandeln, trachteten wir auch danach, es in demselben knappen Stile zu verfassen, in welchem unser Führer in der britischen Bienenzucht geschrieben worden ist, der bereits in 19000 Exemplaren verbreitet ist und der sowohl sich frei hält von allen überflüssigen Redensarten wie von der Wiedergabe tadelnswerter Theorien.

Obwohl ein Teil des hier Dargebotenen neu ist, so bildet doch das meiste eine Darstellung der Entdeckungen über unseren Gegenstand bis zur Gegenwart. Mit großer Sorgfalt haben wir es vermieden, solche Entdeckungen aufzunehmen, welche nicht wieder und immer wieder durch Versuche festgestellt worden sind. Abgesehen von schon vor langer Zeit festgestellten Thatsachen, haben wir es für recht gehalten, zur Erleichterung des Studiums die Namen der Entdecker und Autoren und am Schlusse dieses Buches die Titel der von uns benutzten und angezogenen Schriften anzugeben. Die meisten der von uns erwähnten Entdeckungen haben wir noch einmal einer sorgfältigen mikroskopischen Untersuchung unterstellt.

Genaue und deutliche Abbildungen sind für ein Buch, wie das vorliegende, von größter Bedeutung, und wir haben deshalb, mit Ausnahme der vorhin erwähnten Fälle, die anatomischen und physiologischen Illustrationen unmittelbar von den Gegenständen selbst aufgenommen und zwar von unseren eigenen mikroskopischen Präparaten

Digitized by Google

oder von Photographien, welche wir lediglich für unsere Zwecke aufgenommen hatten. Diese Illustrationen sind die Abbildungen 1 bis 10, 15—19, 22, 28, 30, 31, 34, 36, 41, 50, 52, 53, 57, 58, 62, 63, 64, 66, 67, 68, 69, 70, 71 und 72. Die folgenden Abbildungen sind genommen: Das Titelblatt von Witzgall, 11 von Hicks, 12 von Kräpelin, 13, 14, 21, 23, 39, 40, 43, 51 von Wolf, 20 von Marey, 24 von Macloskin, 25 von Claus, 26, 27, 53 von Girard, 29 von Brandt, 31, 32 von Dujardin, 35 von Hyatt, 57 von Krancher, 38, 47, 48, 49, 59 von Schiemenz, 44 von Lowne, 45, 46 von Grenacher, 54 von Leuckart, 61, 65 von Gravenhorst, 56 von Vogel, 60 von Lukas. Gleicherweise haben wir einige Abrisse aufgenommen, um die Funktionen verschiedener Teile besser zu veranschaulichen. Wo sich hinsichtlich der Nomenklatur bei den verschiedenen Bezeichnungen eine Unklarheit herausgestellt, da haben wir uns für Bezeichnungen von Kirby entschieden.

Zur leichteren Auffindung und Bezugnahme auf die Abbildungen sind dieselben Seite 173 näher beschrieben worden.

Viel Zeit haben wir darauf verwandt, dies Buch in eine so gedrängte Form als möglich zu bringen und es in vernünftigen Grenzen zu halten, ebenso sind weder Sorgfalt noch Kosten gespart worden, um es zum vollständigsten seiner Art zn machen und namentlich es zu einem Preise geben zu können, durch welchen es für jeden erreichbar wird.

Wir hoffen, daß es sich als nützlich erweisen soll, wie auch zugleich als ein solches Werk, das sowohl dem als Nachweisquelle dienen kann, der die Sache gründlich kennen lernen will, als auch dem praktischen Imker, dem eine gründliche Kenntnis der Naturgeschichte der Biene und ihrer Gewohnheiten bei seinen praktischen Arbeiten eine Hilfe sein muß.

Hampstead, N W., 31. Belsize Park Gardens,
im November 1890.

Thos. Wm. Cowan.

Digitized by Google

Inhalt.

Kapitel		Seite
I.	Die Biene des Bienenstocks	1
II.	Der Bien	3
III.	Das äußere Skelett der Biene	13
IV.	Kopf der Biene	15
V.	Bruſt, Füße und Flügel	26
VI.	Hinterleib	40
VII.	Inneres Gefüge (Struktur)	42
VIII.	Atmung	44
IX.	Blutumlauf	49
X.	Nervenſyſtem	54
XI.	Gehirn	58
XII.	Muskelſyſtem	63
XIII.	Struktur des Stachels	66
XIV.	Stimmorgane	74
XV.	Geruchs-, Gehörs- und unbekannte Organe	79
XVI.	Augen und Sehvermögen	88
XVII.	Verdauungsapparat	95
XVIII.	Struktur der Drüſen	102
XIX.	Organe der Drohne	113
XX.	Organe der Königin	120
XXI.	Parthenogeneſis	128
XXII.	Verwandlungen	137
XXIII.	Zwitterbienen	147
XXIV.	Wachs- und Wabenbau	150

Digitized by Google

Kapitel I.

Die Biene des Bienenstocks.

Stellung der Biene im Tierreiche. — Klassifikation. — Annulosa. — Arthropoda. — Insecta. — Hymenoptera. — Apidæ. — Apis mellifica.

Wenn wir es unternehmen, die Gegenstände der Natur zu klassifizieren, so teilen wir sie in drei Hauptabteilungen: Tier-, Pflanzen- und Mineralreich.

Diese zerfallen wieder in Gruppen. In einer der hauptsächlichsten Abteilungen des Tierreichs finden wir die Unterabteilung Annulosa, so genannt von den sie einschließenden Tieren, deren Körper aus Ringen zusammengesetzt sind, oder Articulata, weil ihre Körper aus einer Anzahl von Gliedern oder Segmenten bestehen, die sich gelenkartig aneinander schließen. Sie werden *abermals* in zwei Abteilungen geschieden: solche, welche keine gegliederten Füße haben und Arthropoda oder solche mit gegliederten Füßen. Unter diesen finden wir die Insekten und Kruftaceen, wie Hummern oder Krebse. Die Arthropoda teilen sich wieder in Klassen, und hier finden wir unsere Biene in der Klasse Insecta, der Insekten.

Diese Klasse unterscheidet sich von anderen durch manche wichtige Kennzeichen. Die Insekten sind nur in ihrem vollkommenen Zustande mit zwei Fühlhörnern und sechs Beinen begabt. Ihr Körper ist durch drei deutliche Kerbe getrennt, in Haupt, Brust und Hinterleib. Diese Tiere machen vier Zustände durch: den des Eies, der Larve, der Puppe und des vollkommenen Insekts.

Bei einer weiteren Untereinteilung in Ordnungen finden wir, daß unser Insekt zu der Ordnung der Hymenoptera (gr. humen,

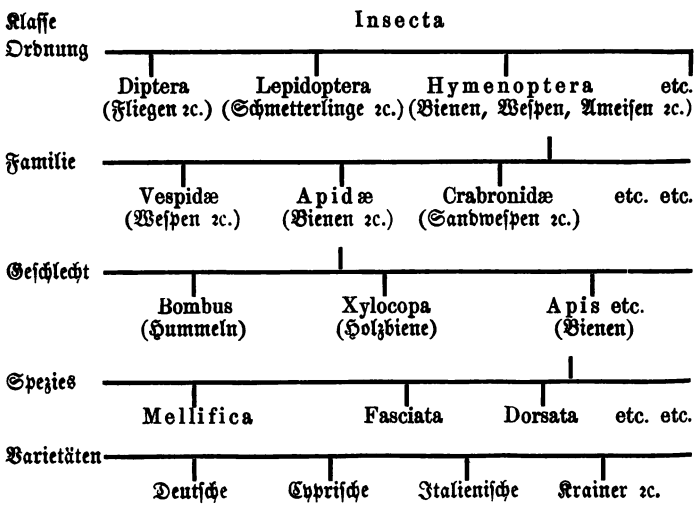
Digitized by Google

ein Häutchen, pteron, ein Flügel) gehört. Sie kennzeichnen sich durch den Besitz von 4 häutigen Flügeln, von welchen die Vorderflügel, das obere Paar, die größten beiden sind.

Von allen Ordnungen, in welche die Insekten geteilt werden, enthält die der Hauptflügler die größte Anzahl, die durch merkwürdige Entwicklung instinktiver Kräfte und sozialer Eigenschaften sich auszeichnen. Unter diesen sehen wir in Gesellschaft mit unseren Bienen die Ameisen, Wespen, Schlupfwespen und andere.

Diese werden deshalb abermals in Familien geteilt und hier unter den Apideen, welche ihre Jungen nur mit Pollen oder Pollen und Honig füttern, finden wir neben unserer Biene die Hummeln, die Holzbiene, die Mauerbiene und andere Bienen.

Diese Familie wird weiter in 19 Geschlechter geteilt, und hier treffen wir unsere Biene zum Geschlechte der Apis gehörend. Dies Geschlecht besteht aus verschiedenen Spezies und unter diesen haben wir nur eine Spezies, Mellifica, die einheimisch in Großbritannien und Deutschland ist.



Digitized by Google

Kapitel II.

Der Bien.

Ökonomie des Bienenstocks. — Thätiges Leben der Gemeinschaft. — Waben. — Arbeitsbienen. — Pollen. — Honig. — Königinnen. — Drohnen. — Eierlegende Arbeitsbienen. — Larve und Puppe. — Brutfütterung. — Äußere und innere Häutungen. — Das Spinnen des Kokons. — Verwandlungen. — Das Schwärmen.

Bevor wir auf eine genaue Erforschung der Anatomie und Physiologie der Biene eingehen, wird es gut sein, wenn wir uns erst eine allgemeine Vorstellung über die Ökonomie des Bienenstocks verschaffen. Zu diesem Zwecke wählen wir ein kräftiges, gesundes Volk, wie wir ein solches beim Beginn der Schwarmzeit in einem Stocke beweglichen Baues vorfinden, wenn es, wie meistenteils der Fall ist, aus einer fruchtbaren Königin, Drohnen und Arbeitsbienen besteht.

Stellen wir uns vor einen solchen Stock, so werden wir sehen, wie die Arbeitsbienen, welche das thätige Leben des Volkes bilden, ein- und ausfliegen.

Victor Rendu (142) hat eine treffende Beschreibung der Scenen gegeben, von welcher wir jetzt Zeuge sind. Er sagt:

„Das Äußere eines Bienenstocks giebt uns den besten Begriff dieses wirklich arbeitsamen Gemeinwesens. Von Sonnenaufgang bis Sonnenuntergang ist alles Bewegung, Fleiß und geschäftliches Leben, ein fortwährendes Gehen und Kommen, eine Reihe verschiedener Thätigkeiten, welche beginnen, fortgesetzt werden, endigen und wieder beginnen. Hunderte von Bienen kommen heim von den Ausflügen, beladen mit Materialien und Vorräten, während andere ihnen begegnen und auf Tracht ausfliegen. Hier sieht man, wie vorsichtige Wächter jeden neu Ankommenden mustern, dort, wie einzelne, um zur Arbeit zurückzueilen, im Flugloche halt

Digitized by Google

machen, wo andere ihnen ihre Bürde abnehmen; dann wieder ist es eine arbeitende Biene, welche Hand in Hand mit einer schnell ankommenden geht; andere wieder reinigen die Wohnung von allem, was ihnen im Wege liegt oder ihrer Gesundheit nachteilig werden könnte, wieder andere sind beschäftigt, einen toten Kameraden hinaus zu schaffen. Alle Ausgänge sind belagert mit gehenden und kommenden Bienen, so daß sie kaum ausreichen für die eilende, geschäftige Menge. Alles sieht aus wie Unordnung und Wirrwarr bei der Ankunft im Stocke, aber das scheint nur so, denn eine bewundernswerte Ordnung waltet bei dieser Nacheiferung der Arbeit vor, welche bei den Bienen das hervorragende Merkmal bildet".

Wenn wir nun einen Bienenstock mit beweglichem Bau öffnen, so finden wir in ihm eine Reihe Rähmchen, wovon jedes mit einer Wabe gefüllt ist, welche am Rähmchenträger hängt und an den Seitenschenkeln befestigt ist. Diese Rähmchen sind gewöhnlich so nebeneinander geordnet, daß sie von Mittelwand zu Mittelwand der Wabe 3,6 cm ($1^9/_{20}$ Zoll englisch) entfernt stehen. Nehmen wir eins davon heraus, so sehen wir, daß die Wabe aus zahllosen, gewöhnlich sechsseitigen Zellen verschiedener Größe besteht. Figur 1 zeigt uns an einem kleinen Stücke die verschiedene Größe und Form der Zellen.

Die meisten Zellen messen 5 mm ($^1/_5$ Zoll englisch) im kürzesten Durchmesser, d. h. zwischen den parallelen Seiten. Sie heißen Arbeitszellen und sind aus zwei einander entgegengesetzten Lagen zusammengesetzt, die fast horizontal liegen und wovon der Boden der einen zugleich der der gegenüberstehenden ist, aber so, daß der Boden der einen Seite zugleich die Böden der drei gegenüberliegenden Zellen bildet. Solche Wabe nennt man Arbeiterwerk. Ihre Stärke beträgt von der Öffnung der Zelle der einen Seite bis zu der der anderen 22,23 mm. Dann sieht man größere Zellen, 6,34 mm im Durchmesser, Drohnenzellen (*K* Fig. 1), und andere von eigentümlicher Form (*F*, *G*, *H* Fig. 1), die, anstatt horizontal zu liegen, mit ihren Öffnungen nach unten

Digitized by Google

hängen. Das sind Weiselzellen. Außerdem sieht man zuweilen noch andere Zellen, von verschiedener Form und Gestalt, oftmals fünf- oder siebeneckig (*L* Fig. 1), welche man Übergangszellen

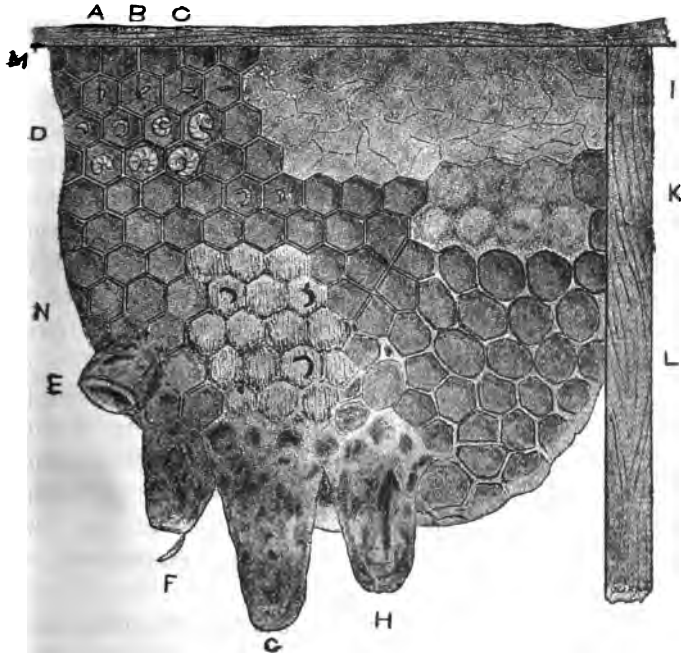


Fig. 1.

nennt und zu dem Zwecke gebaut werden, um nach und nach von Arbeitsbienenzellen zu Drohnenzellen und umgekehrt überzugehen. Andere Zellen finden sich noch an den Wabenträgern und Rähmchenschenkeln entlang (*M* Fig. 1), da wo die Wabe an das Holz festgebaut wurde. Sie sind vier- oder fünfeckig und werden von den deutschen Imkern Heftzellen genannt.

Auf diesen Waben wird man Bienen mit vielseitiger Beschäftigung finden: frisch vom Felde gekommen legen sie ihre Ladungen von Pollen und Honig ab, andere sind mit der Fütterung

Digitized by Google

der Brut beſchäftigt, während wieder andere die Zellen verdeckeln oder Waben bauen. Beobachten wir eine eben von der Tracht zurückgekommene Biene, ſo ſehen wir möglicherweiſe, wie ſie ſich des Pollens (es iſt das der von den Blüten geſammelte, dieſe befruchtende Blumenſtaub) von ihren Füßen entledigt und in eine der kleineren Zellen, die zu dieſem Zwecke gewöhnlich dienen, plaziert und mit dem Kopfe gänzlich niederpreßt Dann geht ſie zu einer anderen Zelle und gießt in dieſe die in ihrem Honigmagen geſammelte Flüſſigkeit, doch nicht früher, ehe ſich nicht der von den Blumen geſammelte Nektar durch die Sekrete der Speicheldrüſen in Honig umgewandelt hat. Beides, Honig und Pollen, werden als Nahrung von den Bienen verwandt, und dienen als Grundbeſtandteile des Futters für die Brut. Hierzu haben die Bienen auch Waſſer nötig, das ſie jedoch niemals in Zellen gießen und deshalb nach Bedürfnis einholen müſſen.

Fig. 2. Die Königin.

Zu den drei Bienenweſen gehört zunächſt die Königin (Fig. 2) oder Mutterbiene, wie ſie die Deutſchen richtiger nennen. Sie iſt ein vollkommen entwickeltes Weibchen und allein befähigt, Eier zu legen, aus welchen ſich alle drei Bienenweſen entwickeln.

Dzierzon (37) ſtellt die Theorie auf, daß alle Eier in den Eierſtöcken der Königin einander gleich ſind, daß ſich die Königin jedoch, bevor ſie Eier legen kann, aus welcher ſich Weibchen entwickeln, erſt mit einer Drohne paaren muß. Leuckart (93) und von Siebold (153) bewieſen, daß Eier, aus welchen Weibchen hervorgehen ſollen, durch Einführung einer befruchtenden Subſtanz von der Drohne müſſen verſehen werden, zu welchem Zwecke, und um den Samenfluß zu regulieren, ſpezielle, abſichtlich wirkende Muskeln vorhanden ſeien. Aus unbefruchteten Eiern entwickelten ſich nur Drohnen. Die Königin würde nur einmal in ihrem Leben befruchtet.

Digitized by Google

Die Drohnen (Fig. 3), wovon oft mehrere hundert in einem Stocke sind, dienen nur zur Befruchtung der Königin und deshalb findet man sie nur während des Sommers, wenn ihre Dienste erforderlich sind. Etwas plumper als die Königin, sind sie auch größer als die Arbeitsbienen, haben keinen Stachel und führen ein müssiges Leben. Am Ende der Trachtzeit, wenn ihre Dienste nicht mehr nötig sind, werden sie von den Bienen aus dem Stocke getrieben und dem Untergange preisgegeben.

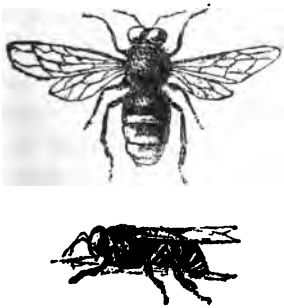


Fig. 3. Die Drohne.

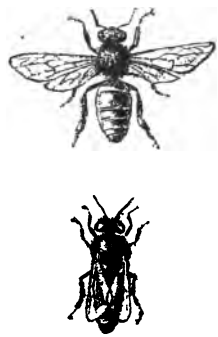


Fig. 4. Die Arbeitsbiene.

Die Arbeitsbienen (Fig. 4) sind unentwickelte Weibchen und finden sich am zahlreichsten in einem Stocke. Sie sind kleiner als die Königinnen und Drohnen. Ihnen liegt alle Arbeit des Gemeinwesens ob. Die jungen Bienen arbeiten im Innern des Stockes als Ammen, indem sie die Larven, die Königin und die Drohnen füttern. Erst nachdem sie älter geworden sind, fliegen sie zur Arbeit nach draußen aus.

Mitunter trifft es sich, daß in der Abwesenheit einer Königin Arbeitsbienen Eier legen. Da sie jedoch von einer Drohne nicht begattet werden können, so sind auch ihre Eier nicht befruchtet und deshalb entwickeln sich aus diesen nur Drohnen. Beobachten wir nun einmal eine Königin und verfolgen wir sorgfältig die verschiedenen Zustände, welche eine Biene vom gelegten Ei bis zum vollkommenen Insekt durchzumachen hat.

Digitized by Google

Wir ſehen die Königin ſich langſam über die Waben bewegen, umgeben von einer Anzahl Arbeitsbienen, welche ſie beſtändig mit ihren Fühlhörnern berühren und ihr Futter anbieten. An einer leeren Zelle ſteht ſie ſtill, unterſucht ſie, indem ſie ihren Kopf hineinſteckt, dann, ſich ſtützend am Rande der Zelle, ſchiebt ſie ihren Hinterleib hinein und legt auf den Boden der Zelle, an welchen es vermittelſt einer klebrigen Ausſcheidung feſtgeklebt wird, ein bläulich weißes, ovales Ei. Dann geht ſie zu einer anderen Zelle und wiederholt denſelben Vorgang in derſelben Weiſe. Man wird bemerken, daß das Ei (*A* Fig. 1) eine Stellung einnimmt, die parallel zu den Seiten der Zelle ſteht, welche Stellung es den erſten Tag beibehält. Am zweiten Tage neigt es ſich in einem Winkel von 45 Graden (*B* Fig. 1) und nimmt am dritten eine wagerechte Stellung ein (*C* Fig. 1), ſo daß es platt auf dem Boden der Zelle liegt. Das Ei enthält einen lebensfähigen Keim, welcher unter paſſender Temperatur und ernährt durch die Eiſubſtanz, ſich zu einer zarten, weißen Larve am vierten Tage entwickelt und dann mit einem Brei (Bouillie) von den Ammen, ſobald ſie das Ei verläßt, verſorgt wird. Zuzeiten verzögert ſich das Ausſchlüpfen für einen oder mehrere Tage, beſonders wenn die Temperatur eine niedrige iſt.

Dieſes Brutfutter wird nur von den jungen Arbeitsbienen bereitet. Schiemenz (144) und andere nahmen an, es beſtehe aus einem Sekrete der Speicheldrüſen. Allein Schönfeld (147) hat bewieſen, daß, obgleich ein Sekret der Speicheldrüſen mit hinzutritt, das Futter thatſächlich im Chylusmagen der Biene bereitet wird. Dr. A. v. Planta (133) hat aufs vollſtändigſte durch ſeine chemiſchen Unterſuchungen des Futters, das den verſchiedenen Larven gereicht wird, die Richtigkeit der Schönfeldſchen Behauptung beſtätigt, zugleich aber auch nachgewieſen, daß das Futter, welches den einzelnen Larvenarten gereicht wird, hinſichtlich der Qualität wie Quantität verſchieden iſt.

Dieſes Futter, von Dr. Dzierzon (38) Milchſaft, von v. Berlepſch (3) Futterſaft genannt, wird drei Tage den Arbeitsbienen-

Digitized by Google

Larven gereicht. Leuckart (93) entdeckte nun, daß nach drei Tagen eine Entwöhnung stattfindet, indem von jetzt an dem Futter bis zum völligen Auswachsen der Larve Pollen hinzugefügt wird.

Dr. v. Planta (133) fand jedoch, daß, obwohl eine Entwöhnung dann stattfindet, wie Leuckart feststellte, dennoch Honig und verdauter Pollen aus dem Chylusmagen in Form von Milchsaft gereicht werde.

Die Larve, welche teilweise in dem weißen und zuerst geschmacklosen Brei schwimmt, das Futter also bei leichter Bewegung erreichen kann, wächst sehr rasch. Obwohl sie letzteres durch den Mund zu sich nimmt, so saugt sie doch auch den Teil davon durch die Haut auf, der mit dieser in Berührung kommt. Die Abbildung (*D* Fig. 1) zeigt die Entwickelung der Larve in fünf Tagen, in welchen sie ihre volle Größe erreicht. Während dieser Zeit wechselt sie, gleich anderen Insekten, wie Newport und Vogel (166) bewiesen haben, verschiedene Male die Haut. Newport (121) sagt:

„Es ist nicht bloß die äußere Bekleidung, welche während dieser Veränderung abgeworfen wird, auch die ganze innere Hülle des Ernährungskanals wechselt mit der Haut, was ehemals von Swammerdam und wiederholt von uns selbst und anderen beobachtet wurde. Die Verkleidung des Mundes und Schlundes und die der Mandibeln (Oberkiefern) wird neben der Haut des Kopfes und der der größeren Eingeweide, samt der Haut der nachfolgenden Teile des Körpers, abgeworfen. Gleichfalls verschwindet nebenbei die Verkleidung der Luftröhren. Die Verkleidung des Magens selbst oder jenes Teiles des Ernährungskanals, welcher sich von der Begrenzung der Speiseröhre bis zur Einfügung in die sogenannten Gallengefäße erstreckt, sondert sich gleichfalls ab, wird vollständig aufgelöst und scheint einen Teil der im früheren Zustande ausgeschiedenen Masse des Insektes zu bilden".

Dies ist von Bonnet, Burmeister (17) und anderen bestätigt, obwohl es unlängst als neue Entdeckung ausgegeben worden ist. Vor der letzten Häutung wird die Zelle mit einem porösen, ge-

Digitized by Google

wölbten Deckel (*N* Fig. 1) verſiegelt, der, wie Dr. v. Planta (129) beweiſt, aus Wachs und Pollen beſteht.

Die Larve ſpinnt ein Kokon, deſſen Fäden durch eine Flüſſigkeit (von den Drüſen ausgeſchwitzt) erzeugt werden. Dieſe Flüſſigkeit fließt aus einer Öffnung in der Lippe und verhärtet ſich zu einem Faden. Zum letzten Male wechſelt dann das Inſekt die Haut ſamt der Verkleidung und dem Inhalte des Magens, wie bereits geſagt. Es heißt nun Puppe, Nymphe.

Die Haut der letzten Häutung klebt an den Seiten der Zelle und das Kokon ſchließt ſich daran. Dr. v. Planta fand die Seidenfaſern auch unterhalb des Zellendeckels befeſtigt. Er ſagt, die Poroſität der Zellendeckel (bereits oben erwähnt) ſei von phyſiologiſcher Wichtigkeit für die vitalen Funktionen der Larven. Gleicherweiſe behauptet er, es ſei nicht befremdend, daß ſich die Poroſität noch viel ſtärker an den Seiten der Weiſelzellen, in welchen ein ſo wichtiges Weſen wie die Königin zu atmen habe, offenbare. Da die Länge der Larve abnimmt, ſo kann man behufs Unterſuchung die Deckel nebſt Seidenfaſern, ohne das Haupt der Puppe zu berühren, fortnehmen. Während der Gefangenſchaft erhält die Larve durch die feinen Öffnungen im Deckel Luft.

Wunderbare Verwandlungen gehen jetzt vor ſich, welche wir noch vollſtändiger in einem Kapitel beſchreiben werden. In etwa einundzwanzig Tagen vom gelegten Ei ſind die Verwandlungen vollſtändig beendet. Im letzten Augenblicke, ſagt Girard (48), rollt das Inſekt das dünne Häutchen, welches die Puppe umgiebt, zuſammen und tritt es mit den Füßen zu einem Kügelchen von der Größe eines Stecknadelknopfes auf den Boden der Zelle nieder. Zuletzt beißt die vollkommene Arbeiterin den Deckel der Zelle (*N* Fig. 1), der ſie gefangen hält, ab und kriecht als eine ſilbergraue Biene aus, deren feuchte Haare am Körper kleben. Nach etwa vierundzwanzig Stunden iſt ſie imſtande, ihre Arbeit im Stocke als Amme zu beginnen, und nicht vor zehn oder zwölf Tagen ſpäter iſt ſie befähigt auszufliegen, um Futter zur Unterſtützung der anderen einzuholen.

Digitized by Google

Sobald die junge Biene die Zelle verlassen hat, wird letztere von anderen gereinigt, und fortwährend sieht man, wie eine Anzahl von Bienen mit den Fühlhörnern die Zellen immer wieder untersucht.

Die Königinnen werden in größeren, eigentümlich geformten Zellen erbrütet (*F*, *G*, *H* Fig. 1), deren Seiten sowohl wie der Deckel porös (Dr. v. Planta, 129) und aus Wachs und Pollen gebaut sind. Die Königinnen gehen aus Eiern hervor, welche in ganz derselben Weise befruchtet werden als die, woraus die Arbeiterinnen entstehen.

Der Unterschied in der Entwickelung des Insekts wird verursacht durch eine besondere Art und reichliche Menge und Güte des Futters, welches die Larve erhält, die buchstäblich darin schwimmt. Wie Leuckart (93) und v. Planta bewiesen haben, erhalten die Königinlarven ein und dieselbe Art von Futter im Larvenzustande, während Arbeiterinnen- und Drohnenlarven nach 3 Tagen an anderes Futter gewöhnt werden. Dies hat die Wirkung, daß sich die Eierstöcke der Mutterbiene aufs vollkommenste entwickeln, wie auch, daß sie etwa vom fünfzehnten Tage vom gelegten Ei an, die Zelle verläßt und befähigt ist, ihr Geschlecht fortzupflanzen.

Die Drohnen, wie wir schon gesagt haben, gehen aus unbefruchteten Eiern hervor, und es erfordert eine Zeit von ungefähr vierundzwanzig Tagen vom gelegten Ei bis zu ihrer völligen Reife. Sie werden auch entwöhnt, indem ihnen nach dem dritten Tage zu dem Futter Honig und Pollen gereicht wird.

Die Deckel der Drohnenzellen sind mehr gewölbt (*K* Fig. 1) als jene der Arbeitsbienen, aber ebenfalls porös.

Die Honigzellen (*I* Fig. 1) sind flacher gedeckelt mit luftdichtem Wachs, entweder von weißer oder verschiedener gelber Farbe, welche, wie wir sehen werden, von den Pollen herrührt.

Da die Königin befähigt ist, täglich 2—3000 Eier zu legen und, wenn das Auslaufen der Jungen begonnen hat, an jedem Tage eine große Anzahl junger Bienen die Bevölkerung des

Digitized by Google

Bienenstocks vermehrt, so wird dieser bald zu klein für die Zahl der Einwohner. Jetzt tritt der Fall ein, daß, wenn keine Mittel zur Verhütung angewandt werden, das Schwärmen erfolgt. Die Königin verläßt mit einem Teile des Volkes die Wohnung und gründet irgendwo einen neuen Staat. Nach dem Schwarmakte läuft eine der jungen Königinnen aus einer Weiselzelle aus, nimmt den Platz der alten ein und wird nun, nachdem sie von einer Drohne befruchtet worden ist, die Mutter des Volkes.

Wenn hierauf der Schwarm eine neue Wohnung bezogen hat, so bginnen die Bienen alle überflüssigen Öffnungen mit Vorwachs (Propolis), einer harzigen Substanz, welche die Bienen von den Knospen der Pflanzen sammeln und an ihren Hinterbeinen eintragen, zu verschließen. Außerdem haben sie ihre neue Wohnung auszustatten. Das geschieht mit Waben von Wachs, welches durch Drüsen im Körper der Arbeiterinnen ausgeschwitzt wird. Diese Waben sind bald mit Brut besetzt, und derselbe Vorgang, den wir vorhin beschrieben haben, beginnt aufs neue. Der Schwarm, wenn er richtig von dem Imker behandelt wird, wächst bald zu einem starken Volke, das man auch wohl Stock nennt, heran.

Nachdem wir nun einen Abriß der inneren Ökonomie des Biens gegeben haben, werden wir im folgenden Kapitel unsere Bienen zergliedern und ihre Anatomie studieren.

Digitized by Google

Kapitel III.

Das äußere Skelett der Biene.

Struktur. — Chitin. — Hypodermis und Epidermis. — Die Haare und ihr Nutzen. — Haarlose Bienen. — Teilung in drei Teile.

Die Biene hat, wie alle anderen Insekten, weder Knochen noch einen knorpeligen Bau. Die äußere Bedeckung wird durch eine zähe, lederartige Haut gebildet, welche dem Horn ähnlich sieht, aber von diesem sehr verschieden in der Zusammensetzung ist. Die Substanz wird Chitin genannt. Sie widersteht dem gewöhnlichen Einflusse von Wasser, Alkohol, Äther oder verdünnten Säuren und unterscheidet sich dadurch von Horn, welches sich leicht in einer Lösung von Pottasche auflöst.

Die dicken und dünnen Außenhäute, gleichviel ob die der Ringe, Flügel, Haare, Augen oder Glieder, welche geschmeidig und leicht zusammenlegbar sind, bestehen aus dieser Substanz. Die Haut wird aus zwei Schichten gebildet, aus einer inneren, Hypodermis oder eigentliche Haut genannt, die weich ist und nicht aus Chitin besteht, und einer äußeren, der Epidermis, die aus Chitin zusammengesetzt ist, wozu noch, je nach dem Stande der Entwickelung, Farbestoffe, Fett und kalkhaltige Salze kommen. Es ist diese äußere Haut, welche während des Entwickelungszustandes abgeworfen wird. Sie bildet nicht nur das harte äußere Skelett, sondern auch die inneren Bänder, Sehnen und Häutchen.

Jeder Teil der Epidermis ist mehr oder weniger mit Haaren (Fig. 5) bedeckt und manche derselben entspringen aus Zwiebeln oder Wurzeln, welche mit Nerven verbunden sind. Diese Haare bestehen aus Chitin, und in dieser Beziehung unterscheiden sie sich von gewöhnlichen Haaren.

Digitized by Google

Nach ihrer Struktur und Länge sind sie sehr verschieden. Einige sind kurz, andere lang, wieder andere sind gerade und zugespitzt, andere federartig, auch ihr Gebrauch ist verschieden.

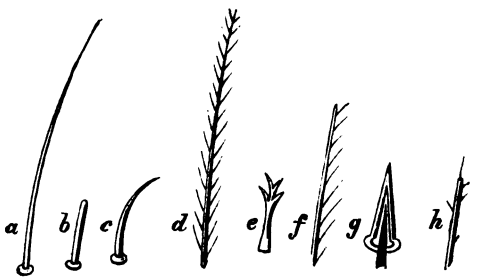


Fig. 5. Haare.

Während einige als Tastorgane dienen und als sehr empfindlich bezeichnet werden, sind andere zum Sammeln und Festhalten des Pollens (*d* Fig. 5) oder zum Aufnehmen ganz geringer Mengen Flüssigkeiten bestimmt (*e* Fig. 5). Dann giebt es solche, welche als Bürsten und solche, welche als Schutz- und Bekleidungsmittel dienen.

Die federartigen Haare (*d* Fig. 5) bestehen aus dem Schafte (Scapus) und den Federchen (Radii).

Die Haare der Drohne sind viel gröber als die der Königin und Arbeitsbiene.

Zuzeiten findet man schwarzglänzende Bienen, von welchen man früher glaubte, sie seien von anderen verschieden, allein sie erscheinen bloß deshalb schwarz, weil sie ihre Haare verloren haben. Die federartigen Haare verlieren leicht ihre Federchen; sie reiben sich ab. Alte Bienen findet man oft, deren Haare die Federchen nur an einer Seite (*f* Fig. 5) haben oder wie bei *h* (Fig. 5). Wenn wir eine Biene untersuchen, so werden wir finden, daß ihr Körper aus drei bestimmten Teilen besteht, die man unter der Bezeichnung Kopf, Brust und Hinterleib kennt. Hierüber werden wir im folgenden Kapitel sprechen.

Digitized by Google

Kapitel IV.

Kopf der Biene.

Die verschiedenen Teile. — Kopf der Arbeiterin, Königin und Drohne. — Die zusammengesetzten und einfachen Augen. — Backen. — Fühlhörner. — Zahl der Glieder. — Mund der Biene. — Einfache und doppelte Teile. — Oberlippe (Labrum). — Kiefern (Mandibulae). — Unterlippe (Labium). — Kinn (Mentum). — Lippenfühler und Kinnbacken (Maxillae). — Saugrüssel. — Zunge (Ligula) und ihre Muskeln. — Haare und Warzen (Papillae). — Löffel (Bouton). — Scheide. — Rute. — Einfache und doppelte Röhren. — Wie die Flüssigkeit aufgesogen wird. — Wie kleine und große Mengen aufgenommen werden. — Verbindung mit der Speiseröhre (Oesophagus). — Querplatte oder Lappen. — Ausdehnung und Zusammenziehung der Röhren. — Zunge in Ruhe.

Der Kopf der Biene (Fig. 6) besteht aus dem Scheitel oder der Stirn, Vertex, *a*, den Backen oder Genae, *b*, dem Gesicht (unter der Stirn), der Nase oder Clypeus, *c*, den zusammengesetzten oder Netzaugen, *d*, und den einfachen oder Stirnaugen (Ocelli oder Stemmata), *i*, den Fühlhörnern (Antennae), *f*, den Organen des Mundes (Trophi), *p*, *h*, *g*, *e*, insgesamt.

Der Kopf (Caput) der drei Bienenwesen ist sowohl hinsichtlich der Form als der Verteilung der Haare verschieden.

Der Kopf der Arbeiterin (Fig. 6 und *A* Fig. 7) erscheint als ein Dreieck, leicht gewölbt an der Stirn, und sehr breit hier, mit dick besetzten Haaren, sich scharf nach dem Munde zu zuspitzend. Der Kopf der Königin (*B* Fig. 7) ist mehr herzförmig, mehr abgeflacht an der Stirn und dicht bedeckt mit langen Haaren. Der Kopf der Drohne (*C* Fig. 7) hat, von vorn gesehen, eine runde Gestalt, aber ein kleines Gesicht und ist mit stark buschigen Haaren bedeckt.

Digitized by Google

Die Rückseite des Kopfes ist hohlrund und korrespondiert mit dem gewölbten Teile der Brust, mit welcher er durch einen kurzen Hals verbunden ist. Blickt man auf die Seite des Kopfes, so erscheint er als ein Teil einer Kugel mit abgerundeten Ecken.

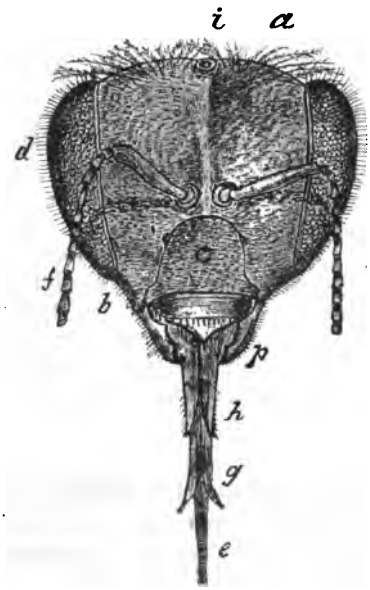


Fig. 6. Kopf der Biene.

Am Kopfe befinden sich, wie wir gesehen haben, die Augen, die Fühlhörner und die Mundteile.

Die Biene hat zweierlei Augen, zwei große zusammengesetzte (Facett-, Netz-) Augen (*d* Fig. 6) und drei einfache Augen (Ocelli), Stirn-, Neben- oder Punktaugen, wovon man in Fig. 6, *i*, nur das eine sieht.

Die zusammengesetzten Augen befinden sich an beiden Seiten des Kopfes. Sie sind sehr groß bei der Drohne und stoßen oben zusammen. Bei der Königin sind sie kleiner und noch kleiner bei der Arbeiterin, auch stoßen sie bei beiden nicht zusammen, lassen vielmehr einen großen Teil der Stirn frei.

Die zusammengesetzten Augen finden sich nicht bei der Larve und demnach haben sich aus dem einfachen Organ derselben diese wunderbaren Augen mit ihren Tausenden sechseckiger Linsen, worüber wir später eingehender sprechen werden, bei dem vollkommenen Insekt entwickelt. Die einfachen Augen stehen bei der Königin und Arbeiterin auf dem Scheitel unter den Haaren und bei der Drohne gerade unter dem Winkel, der sich durch das Aneinanderstoßen der zusammengesetzten Augen bildet; sie stehen da-

Digitized by Google

mit ſo recht vorn im Geſichte. Es ſind ihrer drei. Sie bilden kleine runde Auswüchſe und ſtehen in der Form eines Triangels, eins an jeder Spitze desſelben. Die der Drohne ſind viel näher zuſammengedrängt; ſie berühren ſich beinahe.

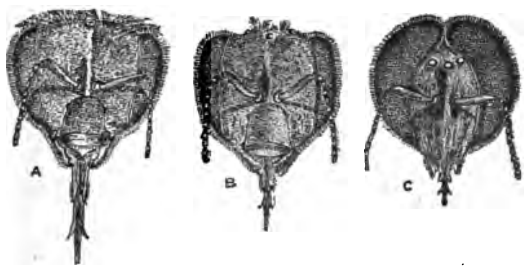


Fig. 7. Kopf der Arbeitsbiene, der Königin und Drohne.

Das Geſicht hat eine längliche Furche (Carina) zwiſchen den Augen, die vom Scheitel bis zum Kopfſchilde (Clypeus) geht. Die Backen (Genæ) erſtrecken ſich von der Stirn ſeitwärts hinter den zuſammengeſetzten Augen (*b* Fig. 6) hinab.

Die beiden Fühlhörner (Antennæ) ſitzen mitten im Geſichte, zu beiden Seiten der Carina (*f* Fig. 6) und unmittelbar über der Naſe. Sie ſind cylinderförmig und mit dem Kopfe durch ein halbkreisförmiges Glied (Radicula) verbunden, welches durch Muskeln mit dem Kopfe zuſammenhängt. Die nach jeder Richtung hin bewegbaren Fühlhörner beſtehen aus dem Schaft oder Wurzelgliede (*a* Fig. 8), den das äußerſte Ende bildendenden Gliedern, der ſogenannten Geißel oder Spitze (Flagellum [*b* Fig. 8]), welche durch eine dünne Chitinhaut (*c* Fig. 8) mit einander verbunden ſind. Schaft (Scapus) und Flagellum (Kirby) beſtehen zuſammen aus dreizehn Gliedern bei der Drohne und nur

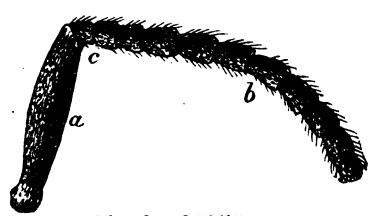


Fig. 8. Fühlhörner.

Digitized by Google

aus zwölf bei der Königin und der Arbeitsbiene. Die Länge der Glieder ist verschieden; der Schaft ist das längste und beträgt bei der Drohne etwa $\frac{1}{5}$ und bei der Königin und Arbeitsbiene ungefähr $\frac{1}{4}$ der ganzen Länge der Fühlhörner.

Unter dem Mikroskop bei vierhundertfacher Vergrößerung bemerkt man, daß die Fühlhörner mit Haaren bedeckt sind, welche sehr dicht an den Endgliedern stehen und eine andere organische Struktur haben, worüber wir in einem anderen Kapitel berichten werden.

Zusammengenommen bezeichnet man die Organe des Mundes mit dem Ausdrucke Trophi (Fig. 9 und 10). Sie bestehen aus der Oberlippe (Labrum), *r* Fig. 9, dem Lappen, Querplatte (Epipharynx), *s* Fig. 9, dem Schlunde (Pharynx), welcher den wahren Mund und den Eingang zur Speiseröhre (Oesophagus) bildet, der Unterlippe (Labium), welche aus verschiedenen Teilen gebildet wird, unter welchen sich die eigentliche Zunge (Ligula), *e* Fig. 10, befindet.

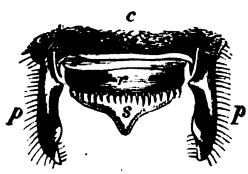


Fig. 9.

Diese Teile stehen einzeln, während die Oberkiefer (*p*, *p* Fig. 9), die Kinnbacken (*k*, *h* Fig. 10), die Kinnbackentaster (*i* Fig. 10), die Lippentaster (*g*, *f* Fig. 10) und die Nebenzungen (Paraglossæ [*n* Fig. 10]) paarweise stehen.

Die Oberlippe (Labrum) ist bei der Königin und Arbeiterin mit einfachen, bei der Drohne aber mit buschigen Haaren am Rande besetzt und mittelst eines Gelenkes mit dem Kopfschilde (Clypeus) (*c* Fig. 9) verbunden, hat eine senkrechte Bewegung, fällt, wenn in Ruhe, über die darunter liegenden Organe und wird dann von selbst von den Oberkiefern bedeckt.

Diese Oberkiefer (Mandibulæ) der Bienen stehen zu beiden Seiten der Oberlippe (Labrum) und bewegen sich seitlich. Sie sind bei den Arbeiterinnen glatt und scharf an der Kante (*p*, *p* Fig. 9 und *B* Fig. 63), aber gekerbt bei der Königin und Drohne. Sie werden zu verschiedenen Zwecken gebraucht, sind hart und fest

Digitized by Google

und mit ſtarken Muskeln verſorgt, wie *g* Fig. 51 zeigt. An der Außenſeite ſind ſie konvex, dahingegen an der Innenſeite ausgehöhlt, ähnlich einem Löffel. Bei den Arbeiterinnen iſt die Wölbung der

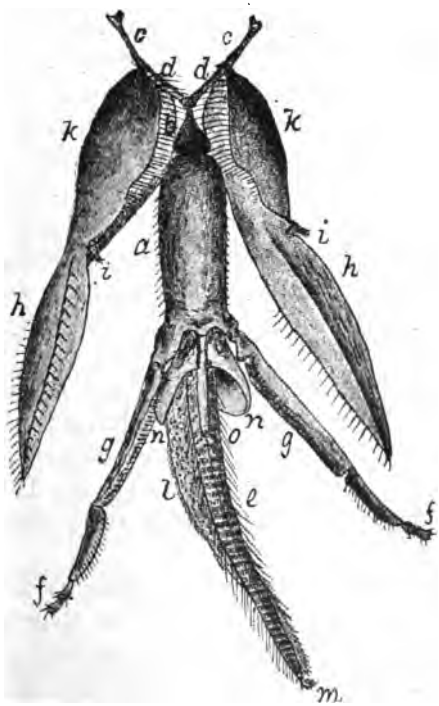


Fig. 10.

Kiefern am ſtärkſten, geringer bei der Königin und kaum bemerkbar bei der Drohne. Bei dieſer iſt die Außenſeite mit Haaren bedeckt, welche ſich weniger zahlreich bei der Königin und der Arbeitsbiene finden; bei der letzteren ſteht indeſſen eine Reihe Haare (*b* Fig. 51) an der Innenſeite der Kiefern.

Bei der Beſchreibung der noch übrig bleibenden Mundteile folgen wir den Forſchungen des Dr. O. J. B. Wolf (170), welche

Digitized by Google

er 1884 bekannt gab, ebenso V. T. Chambers (23) 1878, J. D. Hyatt (70) 1879 und T. J. Briant (12) 1884, welche einen großen Teil der noch bisher dunklen Punkte aufklären.

Die Unterlippe (Labium), welche den Hauptteil des noch zu besprechenden Rüssels bildet, ist aus verschiedenen Teilen zusammengesetzt. Das stark chitinöse Kinn (Mentum, *a* Fig. 10) liegt an dem obersten Ende gegen die Rückseite des Kopfes und hängt vermittelst des Submentums oder der triangulären Platte (Fulcrum, Kirbys, *b* Fig. 10) zusammen, ist mit den Cardines (*c*, *c* Fig. 10) durch die Lora verbunden (*d*, *d* Fig. 10) und ist aus- und einziehbar nach dem Willen des Insekts. Das Kinn (Mentum) enthält die Muskeln, durch welche die Zunge (Ligula, *i* Fig. 10) teilweise in dasselbe hineingezogen werden kann. Die Unterlippe (Labium) ist oberhalb weich und hart an den Seiten und unterhalb; sie hat ein Kniegband in einem Teile ihrer Länge. Die Lippentaster (*g*, *f* Fig. 10) hängen mit dem Mentum an jeder Seite durch ein Gelenk zusammen. Sie bestehen aus vier Gliedern, zwei sehr kleinen an den untersten Enden (*f*, *f* Fig. 10), sind versehen mit empfindlichen Haaren (*A* Fig. 11) und haben eine Anzahl durchsichtiger Punkte, welche Dr. J. Hicks (65) 1860 beschrieben hat.

An jeder Seite der Lippentaster, verbunden mit dem Submentum durch die Lora, befinden sich die Unterkiefer (Maxillæ, *k*, *h* Fig. 10), so genannt wegen der von ihnen zu verrichtenden Funktionen. Sie sind ausgehöhlt und passen über das Kinn an jeder Seite, auch haben sie starke Haare am Frontrande entlang. Ebenso haben sie Fühler (*i* Fig. 10), Unterkiefertaster genannt, die am Ende mit Haaren besetzt (*B* Fig. 11) und von Dr. Hicks (65) beschrieben worden sind.

Die Unterkiefer bestehen aus zwei Gliedern. Der obere härtere Teil eines jeden Gliedes wird der Stamm (Stipes) (*k* Fig. 10) genannt und hat starke Haare an dem Frontrande entlang; der untere zartere Teil (*h* Fig. 10) bildet das Blatt (Lacinia), auch Lade (Mala) genannt, das spärlich mit Haaren besetzt ist.

Digitized by Google

Wenn wir den von Wolfs (170) Monographie (*A*, *B* Fig. 13) genommenen Durchschnitt in Betracht ziehen, so werden wir bemerken, daß die Unterkiefer (*m*, *m*) und Lippentaster (*l*, *l*) zusammen eine Röhre bilden, in welcher die eingeschlossene Zunge sich rück- und vorwärts bewegen kann.

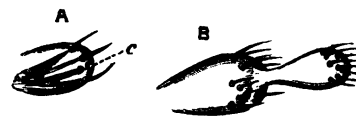


Fig. 11. Lippen- u. Unterkiefertaster.

In der Ruhe oder wenn die Zunge zurückgezogen ist, wird man bemerken, daß die Röhre abgeflacht ist (*B* Fig. 13) und die Zunge die Mitte einnimmt, so daß in Wirklichkeit zwei Röhren (*o*, *o*), an jeder Seite eine, gebildet werden. Wenn jedoch die Zunge ausgestreckt ist, so nehmen die vier Teile die Gestalt von *A* Fig. 13 an und bilden eine große Röhre (*o*, *o*). Die anfangs doppelte, später einfache Röhre führt zu der Öffnung des Mundes. Die Zunge (Ligula), *e* Fig. 10, ist verbunden mit dem Mentum und kann durch zwei Muskeln, Retractor und Protractor linguæ, eingezogen und hervorgeschoben werden. Sie wird von einer Scheide bedeckt, an welcher sich Reihen Haare finden (*r* Fig. 12). Diese fand Hyatt (70) kurz und triangelförmig an der Basis, lang und stachelig in der Mitte, kleiner und biegsamer an der Spitze.

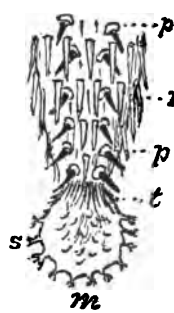


Fig. 12. Ende der Zunge.

Unter diesen Haaren befindet sich eine Reihe kleiner Grübchen mit einer Centralpupille (*p*, *p* Fig. 12), welche von Leydig (96) und Kräpelin (82) beschrieben wurde, die sie als Geschmacksorgane ansehen.

Am Ende befindet sich der sogenannte Löffel (*m* Fig. 10 und 12) oder Bouton nach Réaumur (139). Er ist rund und konkav, hat am Rande eine Reihe blasser keulenförmiger Haare (*s* Fig. 12 und *e* Fig. 5) und kurzhaariger an der inneren Seite, welche Kräpelin ebenfalls für Geschmackswerkzeuge hält, weil sie am Ende eine

Digitized by Google

winzige Öffnung tragen. Am schmalsten Teile der Zunge, gerade oberhalb des Löffels, befindet sich ein Kranz von Schutzhaaren (*t* Fig. 12 und *B*, *f* Fig. 14).

Bei der Betrachtung des Durchschnitts (*A* Fig. 14) wird man bemerken, daß die Scheide (*a*) rund um die Zunge bis zur Unterseite geht und durch eine dünne runzliche Membrane (*b*) fortgesetzt wird, die mit sehr kurzen Haaren bedeckt ist. Bei *l* Fig. 10 sieht man diesen Teil der Zunge ausgestreckt.

Die Membrane wird fortgesetzt zur Rute (*A*, *r* Fig. 14), welche der ganzen Zunge entlang läuft, sehr elastisch ist und dieser nach jeder Richtung hin Beweglichkeit giebt. Die Rute, auch der Kern genannt, hat eine Rinne an der Unterseite, $^1/_{1000}$ Zoll englisch im Durchmesser, deren Rand mit sich kreuzenden Haaren besetzt ist, wodurch sie in eine kleine Röhre verwandelt wird. Auf dem Rücken der Rute befindet sich eine dicke Schicht von Muskeln, welche zur Erweiterung oder Verengung des Kanales dienen, was sie zu einem echten Saugorgane macht. Den Blutweg sieht man bei *e*, die Tracheen bei *g* und den Geschmacksnerv bei *d*. Durch das Schließen der Scheide bilden sich ebenfalls zwei Röhren (*A* u. *B*, *c c* Fig. 14). Diese, zusammen mit der Rinne, gehen bis zum Löffel, oberhalb welches der Durchschnitt (*B* Fig. 14) gemacht worden ist.

Als Anhängsel der Unterlippe (Labium) und teilweise die eigentliche Zunge am äußersten Ende umschließend, finden sich die Nebenzungen, Paraglossæ (*n*, *n* Fig. 10), häutig an der Unterseite, stark chitinös an der Oberseite und inwendig mit sehr feinen Haaren bedeckt. Sie sind fähig, sich an der oberen Seite zu berühren und schließen über der Rinne in der Zunge (*o* Fig. 10), welche sich eine Wenigkeit über sie hinaus erstreckt.

Die Struktur der Zunge der Königin ist ähnlich, nur ist die Zunge kürzer, hat einen kleineren Löffel und die Fühlhaare an der Spitze sind größer. Noch kürzer ist die Zunge der Drohne; auch der Löffel ist sehr viel kleiner und nur in den Anfängen vorhanden.

Um sich klar zu machen, daß die Biene Honig und Wasser nicht aufleckt, sondern aufsaugt, wollen wir die Art und Weise

Digitized by Google

dieſer Thätigkeit der verſchiedenen beſchriebenen Teile näher in Erwägung ziehen. Wenn in den Blumen ſich nur kleine Mengen Nektar finden, ſo kommen hierbei nur der Löffel und die Rinne an der Unterſeite der Zunge ſowohl, als die zwei Röhren (*A* und *B*, *c c* Fig. 14) in Thätigkeit. Durch die Muskelthätigkeit der Rute (Hyatt, 70) wird die Zunge in der Weiſe bewegt, daß der hohle Teil des Löffels über die Oberfläche fegt und die verzweigten

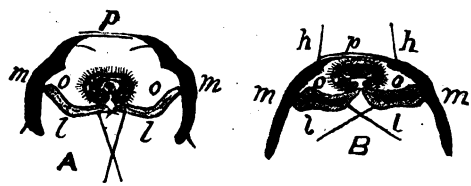


Fig. 13. Zungendurchſchnitt, umgeben von den Unterkiefern (Maxillæ) und Lippentaſtern (Labial palpi).

Haare (*s* Fig. 12) die geringſte Flüſſigkeit aufnehmen. Dieſe wird nun wiederholt durch die anderen Haare und die Kapilarität weiter befördert in die Rinne an der Unterſeite, welche nun nach oben gerichtet iſt. Die Verbindung des Löffels mit der Zunge iſt hier nur ſehr ſchwach gehöhlt, wodurch die Beförderung der Flüſſigkeit ſehr erleichtert wird.

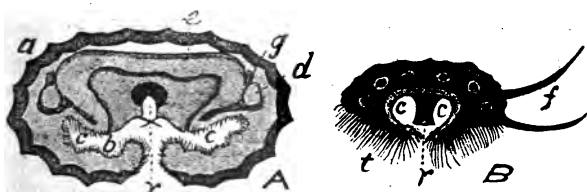


Fig. 14. Zungendurchſchnitt.

Wenn die flüſſige Quantität hinreichend groß iſt, kommen beide Röhren und die Rinne in Thätigkeit, iſt ſie jedoch ſehr gering, füllt ſie dieſelben nicht, ſo wird wahrſcheinlich nur die Centralrinne benutzt. Die Flüſſigkeit findet ihren Weg teils durch, ein

Digitized by Google

Aufsaugen, teils durch Kapilarität zu den Nebenzungen und wird dann gerade zur Rinne (*o* Fig. 10) an der oberen Seite der Zunge geführt, um, wie wir nun beschreiben werden, zum Verschlucken zu kommen.

Um uns klar zu machen, wie größere Quantitäten aufgenommen werden, müssen wir uns auf *A* und *B* Fig. 13 beziehen. Man wird bemerken, daß die dünnen Schuppen (*p p*) des Unterkiefers über einander fassen und eine Reihe von Haaren haben (*h h*), welche als Dämme dienen, auch befindet sich dort an der Innenseite eine Rinne zu demselben Zwecke. Die Lippenpalpen (*l l*) mit ihren sich kreuzenden Haaren schließen den Raum unten und bilden so in Verbindung mit den Unterkiefern eine Röhre (*o o*), in deren Mitte sich die Zunge rückwärts und vorwärts bewegt.

Da die Zunge die Flüssigkeit aufnimmt und die Haare damit beladen werden, so tritt die Röhre (*o o*) in Thätigkeit. Um die Verbindung mit der Schlundhöhle (Oesophagus) zu vervollständigen, wird die kleine Querplatte (*s* Fig. 9) über den unbedeckt gelassenen Raum an den oberen Enden der Unterkiefern herabgelassen und die Röhre ist vollständig zur Aufsaugung hergestellt.

Vielleicht versteht man uns besser, wenn wir uns auf den Durchschnitt durch das Haupt der Biene (Fig. 23) beziehen, welcher die Anordnung der verschiedenen Teile zeigt. Hier sehen wir *i* als Schlund (Pharynx), welcher zur Schlundhöhle führt, *a* das Kinn, *c* die Zunge, *g* die Lippenpalpe, *k* die Nase, *u* die Oberlippe. Wie man aus der Abbildung ersieht, fehlt die Verbindung mit dem Schlunde (Pharynx), aber wenn das Kinn der Öffnung nahe gebracht und die Querplatte an das Ende der Oberlippe (Labrum) *u* zu den Unterkiefern herabgelassen wird, wie wir bereits gezeigt haben, so ist die Röhre zum Saugen vervollständigt.

Wenn die Unterkiefer und die Lippenpalpen in die Stellung gebracht werden, wie wir bei *A* (Fig. 13) gezeigt haben, so wird die Röhre ausgedehnt und die Flüssigkeit nach oben gebracht, aber bei einem Zusammenpressen, wie bei *B* (Fig. 13), werden zwei Röhren (*o o*) gebildet, deren Innenraum viel kleiner als jener

Digitized by Google

bei *A* ist, folglich wird die Flüssigkeit vorwärts geschoben, gerade wie dies in unserm eigenen Munde geschieht. Die Bienen sind auch imstande, die umgebende Membrane an der Unterseite der Zunge auszudehnen und die Rute bloß zu legen, wahrscheinlich um sie zu reinigen.

In der Ruhe ist das Kinn zurückgezogen und die Zunge (mit den Lippenpalpen und bedeckt von den Unterkiefern) aus dem Wege zurückgelegt.

Digitized by Google

Kapitel V.

Bruſt, Füße und Flügel.

Gebildet aus drei Teilen. — Muskeln. — Füße. — Glieder. — Klauen. — Fühlhörnerreiniger. — Zweiter Fußſporn. — Pollen-Körbchen und Bürſte. — Wachszangen. — Vergleich der Füße der Drohne, der Königin und Arbeiterin. — Bewegung. — Haftlappen (Pulvillus). — Adhäſion zu ebenen Flächen. — Methode der Unterſuchung. — Flügel. — Haare. — Rippen. — Zellen. — Häkchen. — Befeſtigung der Vorder- und Hinterflügel aneinander. — Wie der Flug bewerkſtelligt wird. — Flug nach oben, unten, vorwärts und rückwärts. — Zahl der Flügelſchläge, gezeigt durch bildliche Darſtellung. — Luftröhren-Ausdehnung. — Verändertes ſpezifiſches Gewicht. — Muskeln.

Die Bruſt (Thorax) iſt jener Teil des Körpers der Biene, an welchem ſich die Beine und Flügel befinden. Sie wird durch drei Ringe, Segmente, gebildet, die dem Kopfe folgen. Der zweite und dritte Ring ſtützen die Flügel. Die Stellung der Füße und Flügel ſetzt eine anſehnliche Entwickelung der Segmente der Bruſt, beſonders des zweiten und dritten Segments, voraus, denn es muß ſich da innerhalb vollauf Raum und Bahn für die kräftigen Muskeln (Fig. 21) finden, welche durch den Einfluß des Willens des Inſekts die Beine und die Flugorgane in Bewegung ſetzen.

Das erſte Segment der Bruſt, dasjenige, welches am nächſten der Rückſeite des Kopfes iſt, wird das Halsſchild (Prothorax) genannt, das zweite, an welchem das erſte Paar der Flügel befeſtigt iſt, heißt Mittelbruſt (Mesothorax), das dritte endlich mit dem zweiten Flügelpaar wird Hinterbruſt (Metathorax) genannt.

Das Halsſchild (Prothorax) iſt verkleinert zu einem dünnen, biegſamen Halſe, der mit dem Kopfe verbunden iſt. Die Bruſt iſt dicht beſetzt mit buſchigen Haaren, die bei den Arbeitsbienen

Digitized by Google

lang und gefiedert ſind (*d* Fig. 5), um damit den Pollen feſtzuhalten. An der Bruſt der Drohne ſind die Haare kurz und ſehr ſteif, während bei der Königin unterwärts und zwiſchen den Beinen beinahe ſo viele ſich befinden, wie bei den Arbeiterinnen.

Die Füße.

Die Biene hat drei Paar Füße. Das erſte Paar, die Vorderbeine, ſind an dem Halsſchilde befeſtigt, die folgenden beiden an der Mittelbruſt und die Hinterbeine an der Hinterbruſt.

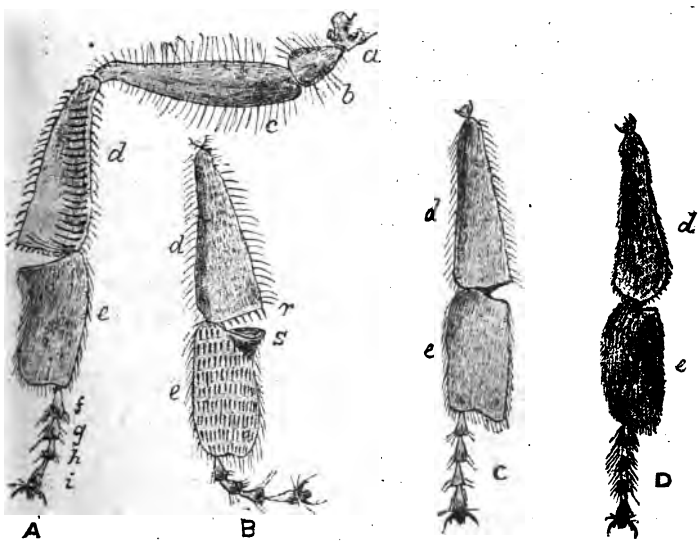


Fig. 15. Hinterbein der Arbeitsbiene, Königin und Drohne.

Dieſe drei Paar Füße ſind nicht allein unter ſich, ſondern auch bei der Drohne, Königin und der Arbeiterin von einander verſchieden. Die Muskeln, welche ſie bewegen, liegen in der Bruſt.

Sehen wir uns *A* Fig. 15 an, welche das dritte oder Hinterbein einer Arbeitsbiene darſtellt, ſo werden wir bemerken, daß es aus neun Gliedern beſteht. Das erſte (*a*) verbindet das Bein

Digitized by Google

mit der Bruſt und heißt Coxa oder Hüftenglied. Das zweite Glied (*b*), der Schenkelring (Trochanter), iſt ein kurzes koniſches Gelenk, das die Verbindung zwiſchen dem vorhergehenden und nachfolgenden Gliede, dem Schenkel (Femur) *c* bildet. Dann folgt das Schienbein (Tibia) *d* und zuletzt der Fuß (Tarsus). Dieſer beſteht wieder aus fünf Gliedern (*e f g h i*), die vom erſten *e*, welches ſo lang iſt als alle übrigen zuſammen, immer kürzer werden. Bei dem vorderen Fußpaar heißen die erſten Glieder Ferſen (Palmæ) und bei den vier anderen Füßen Sohlen (Plantæ), die übrigen Glieder heißen Finger (Digiti) oder zuſammengenommen Fuß (Tarsus).

An der äußerſten Spitze des Endgliedes (*i*) ſitzen zwei Krallen (*m m* Fig. 17), die ſehr hart, ſtark und hakenförmig ſind und innerhalb wieder ein kleines Häkchen haben.

Dieſe Krallen (Anguiculi) ermöglichen es der Biene, ſich feſtzuhalten und damit aneinander aufzuhängen, wenn ſie Waben bauen und in einer leeren Wohnung ſich befinden. Sie geſtatten ſeitliche und ſenkrechte Bewegungen. Zwiſchen ihren Einfügungen iſt das Kiſſen, Haftlappe, Ballen (Pulvillus, *n* Fig. 17) befeſtigt.

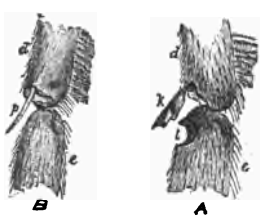


Fig. 16.
Teile der Füße der Arbeiter.

Beim erſten Paare der Füße der Arbeiterin haben Coxa, Trochanter und Femur gefiederte Haare, die an dem letzten Gliede am längſten ſind. Das Schienbein (Tibia) hängt mit dem Schenkel durch ein Gelenkglied zuſammen und iſt mit einfachen und gefiederten Haaren bedeckt.

Am unteren Ende des Schienbeins (*A*, *d* Fig. 16) befindet ſich ein Dorn, *k*, mit dem Segel (Velum), ein winkliger Auswuchs, der innerhalb des Dorns befeſtigt iſt.

Die Ferſe (Palma) iſt dick beſetzt mit ſtarken Haaren (*A*, *e* Fig. 16), welche als Bürſten dienen.

Nahe dem obern Ende, an der innern Seite, iſt ein tiefer,

Digitized by Google

halbkreisförmiger Einschnitt, Sinus genannt, der in den Striegelkamm (Strigilis oder Pecten) endigt (*l*), so genannt von dem Kamme der steifen, chitinösen Haare, welche den Rand besetzt halten. Auf das Velum kann das Insekt nach freiem Willen einwirken, und mit dem Kamm verbunden, bilden beide eine kreisförmige Öffnung. Diese Vorrichtung war abgebildet und beschrieben von Kirby (76) 1802 und demzufolge von Schuckard (152), Girdwohn (49) und anderen. Es ist dies eine Vorrichtung, die dazu dient, die Fühlhörner von Pollen und anderen Gegenständen zu reinigen. Wenn das Insekt gewillt ist, ein Fühlhorn zu reinigen, so legt es dasselbe in die Höhlung der Ferse, preßt das Velum des Dorns darauf und entfernt durch die vereinigte Thätigkeit des Kammes und des Segels alles Anhaftende davon. Diese Arbeit wird so lange wiederholt, bis daß das Insekt mit der Reinigung des Organs zufrieden gestellt ist.

Man kann das recht oft beobachten und wird dabei bemerken, daß das Fühlhorn an der rechten Seite vom linken, und das an der linken vom rechten Fuße durch diese Vorrichtung gereinigt wird. An den folgenden Gliedern befinden sich Bürstenhaare und am letzten lange, die Klauen umgebende empfindsame Tasthaare (*o o* Fig. 17). Diese Füße sind bei der Drohne und Königin ähnlich, jedoch hat die erstere eine Anzahl gefiederter Haare an den Digiti oder kleinen Gliedern des Fußes. Bei dem zweiten oder mittleren Fußpaare der Arbeitsbiene findet sich die Höhlung nicht und anstatt des Segels ist das Schienbein (Tibia) mit einem Sporn oder Dorn versehen (*B*, *p* Fig. 16).

Verschiedene Vermutungen über den Gebrauch des Dorns sind aufgetaucht; einige meinen er würde zur Entnahme der Wachsblättchen unter den Hinterleibsringen verwandt, andere wieder sind der Ansicht, er werde benutzt, um den Pollen aus dem Körbchen zu entfernen. Da man ihn jedoch bei der Drohne sowohl als auch der Königin gut entwickelt findet, so würde er bei diesen zu diesen Zwecken nutzlos sein. Wahrscheinlicher schon ist die Ansicht, daß er als eine seitliche Stütze dient (Schuckard, 152).

Digitized by Google

Man hat auch behaupten wollen, er diene zum Reinigen der Flügel; aber zu dieſem Zwecke iſt er bei weitem zu kurz.

Das dritte Paar, die Hinterbeine der Arbeitsbiene, dienen als Sammler und Träger des Pollens. Die oberen Glieder (*a b c* Fig. 15) ſind mit langen gefiederten Haaren bedeckt. Das Schienbein (Tibia, *A* und *B*, *d*) iſt beſonders zur Fortſchaffung des Pollens und Propolis (Vorwachs) eingerichtet und gleicht äußerlich einem kleinen Körbchen (Corbicula). Es iſt glatt, länglich gehöhlt, und die ſeitlichen Ränder ſind mit gekrümmten Haaren befranſet, welche alles feſthalten, was hineingethan wird (*A*, *d*). An der Außenſeite findet ſich eine dünne Behaarung (*B*, *d*). Entlang dem unteren Ende ſteht eine Reihe ſteifer Borſten (*B*, *r*), der Kamm (Pecten) genannt. Gerade unter dieſem befindet ſich die Sohle (Planta), welche, breit und leicht konvex an beiden Seiten, mit dem Schienbein (Tibia) in einem der Winkel verbunden iſt und einen kleinen Vorſprung, Öhrchen (Auricle) (*s*) genannt, hat. An der Außenſeite (*A*, *e*) iſt die Sohle dünn behaart und an der innern Oberfläche (*B*, *e*), dem Körper am nächſten, ſitzen kurze ſteife chitinöſe, glänzende, braune Zähne, die in zehn querüber laufenden Reihen von Kämmen leicht von der Fläche ſich abheben. Dieſe dienen zum Abbürſten und Sammeln des Pollens, der ſich zwiſchen die Körperhaare der Biene geſetzt hat.

Die Vergliederung des Schienbeins mit der Sohle im innern Winkel, die Abweſenheit des Sporns an dem Schienbeine, (welchen nur die Honigbiene nicht beſitzt,) geben dem Kamme (*r*) eine Freiheit der Bewegung, welche er anderſeits nicht haben würde, und ermöglicht es, ihn zuſammen mit dem kleinen Oehrchen (Auricle) (*s*) an der Sohle, welche ganz glatt iſt, als eine echte Zange, als ein Werkzeug zur Erfaſſung und Hervorziehung der dünnen Wachsblättchen zu gebrauchen und mittelſt des anderen Fußes ſie zur Verarbeitung zwiſchen die Kiefern zu bringen.

Den Hinterbeinen der Königin (*C*) und Drohne (*D*), welche verſchieden geformt ſind, fehlen die Körbchen und Zangen oder Kämme, weil ſie nicht als pollenſammelnde Werkzeuge dienen.

Digitized by Google

Die Füße der Drohne ſind, wie man bemerken wird, die kleinſten, während die der Königin die größten ſind. Die Struktur der Füße als Bewegungsorgane iſt von manchen Forſchern mehrfach erforſcht und beſchrieben worden, ſo letzthin von Dahl (28), Simmermacher (156) und Rombouts (143). Die erſten beiden Beobachter richteten ihre Aufmerkſamkeit vorzüglich auf das Feſthalten der Füße an glatten Flächen. Dahl behauptet, die ſechs Füße ſeien als Kletterorgane erforderlich; denn ein Fuß müſſe ſtets ſenkrecht auf der Fläche ſtehen, wenn das Tier an einer ſenkrechten Fläche ſich bewegen wolle. Da wir wiſſen, daß drei Füße die geringſte Anzahl bilden, mit welcher es möglich iſt, das ſichere Gleichgewicht zu halten, ſo muß das Inſekt die doppelte Anzahl haben.

Um auf rauhen Flächen ſich zu bewegen, gebrauchen die Bienen ihre Krallen (*m m* Fig. 17), welche mit den ſcharfen Spitzen es ermöglichen, in die kleinſten Vertiefungen zu dringen und ſomit feſten Fuß zu faſſen. Da dieſe jedoch an glatten Flächen ausgleiten würden, z. B. an Glas, ſo iſt Fürſorge für ein paſſenderes Organ zum Feſthalten getroffen. Dieſes, *n*, liegt zwiſchen den Klauen und wird Ballen, Haftlappen, Pulvillus genannt.

Fig. 17. Pulvillus u. Klauen.

Er iſt ein fleiſchiges Läppchen und faſt glatt an der Unterſeite, die eine klebende Ausſchwitzung von ſich giebt und ſomit die Möglichkeit bietet, an glatten Flächen zu haften. Die obere Fläche iſt mit ſehr kleinen Haaren bedeckt, auch iſt das Läppchen (Pulvillus) außer Gebrauch gefaltet und ſteht über den Krallen. Innerhalb befindet ſich eine elaſtiſche Rute (dunkel gezeichnet in der Abbildung, welche nach einem Photo-Mikrograph gemacht worden iſt), die, wenn ſie niedergedrückt wird, durch den Druck das Läppchen ausſpannt und über die glatte Fläche breitet, wo dann die Ausſchwitzung und der Druck auf die Außenſeite den feſten Anſchluß verurſachen. Dr. Rombouts (143) fand hier an

Digitized by Google

der Unterfläche ſehr kleine Haare, welche in eine Art Zwiebeln endigen. Von dieſen fließt eine ölige Ausſchwitzung aus, welche langſam trocknet und für eine lange Zeit nicht verhärtet. Er erfand einen ſehr ſinnigen Apparat, um die Haftlappen zu beobachten, indem er ein Loch in ein Brett ſchnitt und dieſes unter ein Glas brachte. Mit Hilfe eines über die Flügel geklebten Stückes gummierten Papiers wird das Inſekt ſo in die Vertiefung gebracht, daß die Haftlappen auf dem Glaſe ruhen. Indem er das Brett mit dem Glaſe nach oben unter das Mikroſkop brachte, konnte er genau den Vorgang, wie auch die am Glaſe ſich befindende Feuchtigkeit ſehen.

Wenn die Krallen keinen feſten Fuß auf einer glatten Fläche faſſen können, ſo gleiten ſie ſeitwärts aus, das Läppchen, welches oberhalb derſelben gefaltet ſtand, ſenkt ſich und legt ſich feſt in oben beſchriebener Weiſe an. Wenn der Fuß gelüftet wird, ſo zieht ſich das Läppchen von der glatten Oberfläche ab und nimmt wieder die vorige Stellung ein. Die ölige Beſchaffenheit der Ausſchwitzung erklärt es, weshalb ſich die Biene an einer ebenen naſſen Fläche, wo die Krallen keinen Halt haben, nicht bewegen können.

Die Flügel.

Die Biene hat vier häutige Flügel. Das Vorderpaar, die Vorderflügel, befindet ſich an der Mittelbruſt, während die Hinterflügel an der Hinterbruſt ſtehen. In der Ruhe liegen die Flügel wagerecht über dem Hinterleibe, die Vorderflügel oben, die Hinterflügel darunter (Fig. 2, 3 und 4) und zwar dicht am Körper, damit die Biene ohne jede Schwierigkeit in die Zellen der Waben dringen kann. Die Flügel ſelbſt ſind durchſichtige Häutchen, bedeckt mit ſehr kurzen Haaren und durchzogen mit dunkleren Fäden, Adern oder Rippen genannt. Dieſe ſind hohl und den Wurzeln der Flügel zu dicker; ſie gewähren dem Blute freie Cirkulation, ebenſo erſtrecken ſich Luftröhren in dieſelben, deren Verteilung ſich nach dem Laufe der Rippen richtet.

Digitized by Google

Die Struktur der Flügel iſt in Fig. 18 ſehr gut verdeutlicht. Die Hauptrippen beginnen am Vorderrande (Costa, *A*, *c*) und werden coſtale, ſubcoſtale, mediale, ſubmediale und internale genannt. Die hierdurch gebildeten Felder oder Zellen nennt man

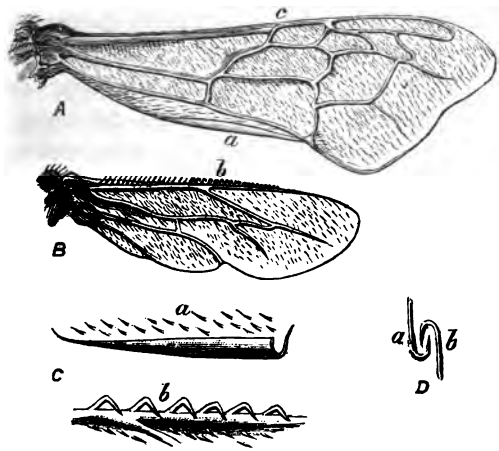


Fig. 18. Flügel der Biene.

ebenſo, je nachdem ſie ihre Lage in den Flügeln einnehmen. In der erſten Reihe liegen die coſtalen, dann kommen die ſubcoſtalen, die medialen und ſubmedialen Felder und zuletzt folgt die internale oder Analzelle.

Bei der Ausbreitung der Flügel im Fluge beſitzt die Biene die Fähigkeit, den Hinterflügel, *B*, mit dem Vorderflügel, *A*, zu verbinden. Dieſe verſtärkte Verbindung der beiden Flügel giebt eine größere Fläche und mehr Kraft, die Luft zu ſchlagen, den Flug zu beſchleunigen und den Körper zu tragen.

Der äußere Seitenrand der Hinterflügel, *B*, iſt mit einer Reihe von Häkchen (*b*) beſetzt, in einer ſchrägen Richtung gekrümmt, ähnlich wie beim Korkzieher. Die Spitzen ſind ſtumpf und die Haken, deren ſich dreiundzwanzig (mitunter weniger) finden,

Digitized by Google

werden der Flügelſpitze zu ſtets kleiner. An dem Vorderflügel bei *a*, korreſpondierend mit der Stellung der Häkchen, iſt die Membrane, welche hier dicker wird, gefalzt und bildet eine Art Rinne oder Mulde. Dieſe wie die Häkchen ſieht man vergrößert bei *C*. Bei der Vorbereitung zum Fluge, wenn der Vorderflügel ausgebreitet wird, faſſen die aufgerichteten Haken in die Rinne und vereinigen beide Flügel, wie man bei *D*, einem Durchſchnitt von Rinne und Haken im vergrößerten Maßſtabe, ſieht. Das Inſekt hat die Kontrolle über die Häkchen bei ſeiner Thätigkeit, denn bei dem in Ruheſetzen der Flügel ſieht man häufig das ſenkrechte Heben derſelben über dem Rücken des Inſekts. Beide Flügel ſind an der Außenſeite leicht konvex. Profeſſor Marey (107) hat viele Verſuche bezüglich des Fluges der Inſekten gemacht und ſorfältig die Bewegungen und Stellungen der Flügel bei dem Fluge vor- und rückwärts durch die Luft beſchrieben. Er iſt jedoch mit Pettigrew (126) und Amans (1) in einigen Punkten nicht einig. Wir gehen auf dieſe Verſchiedenheiten der Anſichten nicht ein, da ſie alle mehr oder weniger auf bloße Theorien gegründet ſind und eine Beſprechung zu viel Raum in Anſpruch nehmen würde.

Sehen wir uns Fig. 18 an, ſo werden wir bemerken, daß die coſtale Rippe (*c*) eine ſtarke chitinöſe Ader bildet, die am Rande des Flügels hinläuft und ſich gegen das Ende nach und nach zuſpitzt. Es iſt dieſe Rippe, ſagt Marey, welche durch die auf und nieder bewegende Kraft der Muskeln die Flügel in Bewegung ſetzt. Wenn man z. B. den Flügel eines Inſektes abreißt und ihn einem ſtarken Luftzuge ausſetzt, ſo wird man bemerken, daß die Ebene des Flügels ſich mehr und mehr neigt, je ſtärker der Luftſtrom wird.

Bei *A* Fig. 19 ſehen wir, daß, wenn der Luftſtrom in der Richtung ſich bewegt, wie die Pfeile andeuten, die Vorderrippe (*c*) widerſteht, aber der häutige Teil beugt ſich infolge ſeiner Geſchmeidigkeit. Blaſen wir gegen die entgegengeſetzte Fläche, ſo erfolgt eine entgegengeſetzte Biegung, wie *B* zeigt.

Digitized by Google

Es ist klar, daß bei der Flugbewegung der Widerstand der Luft auf die Flügelfläche denselben Einfluß hat als ein Luftstrom. Die durch den Widerstand der Luft verursachten Veränderungen der Fläche sind dieselben wie beim Fluge. Der nach unten sich bewegende Flügel neigt seine obere Seite vorwärts und vom Widerstande der Luft von unten nach oben, während der nach oben sich bewegende Flügel seine obere Seite rückwärts richtet, weil der Widerstand der Luft von oben nach unten wirkt.

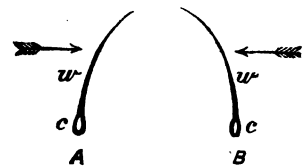


Fig. 19. Abriß, um den Druck der Luft auf die Flügel darzustellen.

Der Flügel, welcher sich nach unten bewegt, macht zu derselben Zeit eine Bewegung nach vorn und die Neigung, welche die Oberfläche unter dem Einfluß des Widerstandes annimmt, verursacht das schräge Abwärtsfliegen. Eine geneigte Fläche, welche von der Luft bestrichen wird, hat das Bestreben, in der Richtung der eigenen Neigung sich forzubewegen, weshalb das Insekt vorwärt getrieben wird. Bei einem aufsteigenden Flügel ist die Fläche umgedreht, wodurch die Vorwärtsbewegung bewerkstelligt wird. Marey fand, daß infolge der leichten Biegung der Rippe, die Spitzen der Flügel in der That die Fig. 8 beschrieben.

Er veranschaulichte diese Bewegungen mechanisch durch ein Instrument mit einer Rute, an welche er ein Häutchen befestigte, das ähnlich dem eines Insektenflügels war. Durch eine in vertikaler Fläche zwischen zwei Lichtern ausgeführte rasche Bewegung zeigte er, daß, indem er das Häutchen zur Seite stieß, bei jeder abwechselnden Bewegung die Luft, welche auf den Flügel wirkte, dieser das Bestreben nach der entgegengesetzten Seite zeigte. Bei dem an den dünnen Rand des Flügels gesetzten Lichte wurde die Flamme durch die hervorgebrachte Luft stark abseit geweht. In der Fronte des Flügels findet das Gegenteil statt; die Flamme wird stark nach dem Flügel getrieben. Das beweist, daß der Strom

Digitized by Google

der Luft in derſelben Richtung bei der aufwärts wie abwärts gehenden Bewegung der Flügel ſtattfindet. Die Flügel, ſagt Marey, arbeiten teilweiſe wie die Schiffsſchraube im Waſſer, oder als ein Ruder im Stern eines Bootes, das dieſes vorwärts treibt.

Bienen, wie wir geſagt haben und jeder Imker bemerkt haben wird, können auch rückwärts fliegen und plötzlich, wenn ſie wollen, Halt machen. Dies ermöglichen ſie durch den Wechſel der Neigungen der Flügelflächen wie durch Schwingungen der Flügel, was ſie, ſagt Marey, durch Bewegung des Hinterleibes ausführen, indem ſie das Gleichgewicht verändern. Auf dieſe Weiſe kann das Inſekt, je nach Belieben, die Schnelligkeit ſeines Vorwärtsfluges erhöhen, damit nachlaſſen, je nachdem das nötig wird, und rückwärts, ſeitwärts wie nach oben und unten fliegen.

Man kann ſich leicht überzeugen, daß, wenn eine Biene, welche im ſchnellſten Fluge iſt und plötzlich bei einer Blume anhalten will, ſie die Schwingungsfläche ihrer Flügel mit beträchtlicher Kraft rückwärts richtet.

Marey war imſtande, dieſe Theorie des Fluges der Inſekten bildlich darzuſtellen. Es geſchah dies durch die graphiſche Methode. Er zeigte, daß die beiden Flügel übereinſtimmend thätig ſind und ſo mit beiden dieſelbe Zahl der Bewegungen ausführen.

Es geſchah dies durch die graphiſche Methode in folgender Weiſe: Ein Streifen Papier, geſchwärzt durch den Rauch eines Wachslichtes, wird auf einen Cylinder befeſtigt, der ſich in $1\frac{1}{2}$ Sekunden einmal dreht. Nun wird das Inſekt ſo gehalten, daß einer der Flügel bei jeder Bewegung das geſchwärzte Papier berührt. Jede dieſer Berührungen entfernt einen Teil der Schwärze des Papiers, und da der Cylinder ſich bewegt, ſo entſtehen fortwährend nach den Bewegungen des Flügels des Inſekts neue Punkte. Auf dieſe Weiſe erhält man in regelmäßigen Abſätzen gewiſſe Merkzeichen. Da der Cylinder einmal in $1\frac{1}{2}$ Sekunden ſich dreht, ſo ſieht man leicht, wie viel Striche durch Flügelſchläge auf den Umfang gemacht worden ſind. Aber es iſt zuzeiten ratſam, eine chronographiſche Stimmgabel zu gebrauchen, die mit

Digitized by Google

einer feinen Spitze versehen ist, welche das Papier streift, um so neben der Figur, welche durch das Insekt gezeichnet wurde, die Vibrationen feststellen zu können, die der Stift macht.

Figur 20 zeigt bei *b* die Zeichen, welche durch den Flügel der Biene gemacht worden sind, während man bei *a* die gekrümmte Linie sieht, welche die Stimmgabel hervorbrachte, die eine doppelte Schwingung von 250mal in einer Sekunde macht. Dies setzte Marey in den Stand zu bestimmen, daß 190 die Zahl der Flügelschläge der Biene sei, da er dieselbe Zahl der Schwingungen der Stimmgabel, 250, auf derselben Fläche verzeichnet fand. Bei seinen Versuchen stellte sich heraus, daß bei einer Verminderung

Fig. 20. Bildliche Darstellung der Schwingungen des Bienenflügels.

der Berührung des Flügels mit dem Cylinder, wodurch die Reibung geringer wurde, die Schnelligkeit sich vergrößerte, so daß diese Zahl der Schwingungen als die höchste, welche eine Biene machen kann, nicht angenommen werden darf. Die Bestätigung dieser Theorie, sagt Marey, findet durch die öfter angestellten Versuche mancher Naturforscher statt. Aus all den Experimenten geht hervor, daß das Insekt zu seinem Fluge eine starke Hauptrippe und eine biegsames Häutchen nötig hat.

Wenn wir über die Tracheen sprechen, werden wir erfahren, wie diese gefüllt werden, wenn die Biene sich zum Fluge vorbereitet, denn zu der Zeit, wo diese nicht gefüllt sind, ist sie nicht imstande zu fliegen.

Junge Bienen können nicht fliegen; sie müssen immer erst einige Tage alt sein, ehe die Tracheen hinreichend zur Luftaufnahme geeignet sind, dann erst werden sie zum Fluge befähigt.

Wolf (170) hat klar dargethan, wie die Luftsäcke in der Brust während des Fluges gefüllt werden.

Digitized by Google

Figur 21 iſt ein Durchſchnitt durch die Bruſt einer Drohne und zeigt die Muskeln (*a*, *b*, *c* und *d*), umgeben von den Luftröhren (*e*), von welchen eine große Anzahl Tracheen ausgehen, die dieſe Muskeln mit der erforderlichen Luft verſorgen.

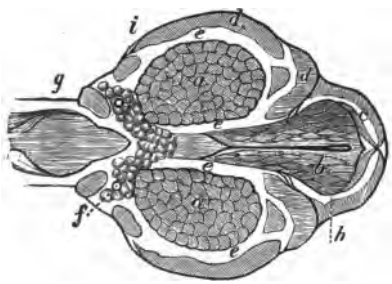


Fig. 21.
Durchſchnitt durch die Bruſt (Thorax).

Wenn die Flügel ſich in der Ruhe befinden, wird der die Muskeln umgebende Luftraum ſehr klein, da er nahezu ganz von ihnen eingenommen wird, aber ſobald dieſe (*b* Fig. 21) Flügel-Niederdrücker (Depressor alarum) ſich zuſammenziehen, wird eine ſteife Platte (Mesophragma, *h*) von der Hinterbruſt aufwärts und vorwärts gedrängt. Dieſe Erweiterung der Höhlung zieht eine Menge Luft an, welche bei der Anſpannung der Muskeln in die Tracheen getrieben wird. Durch dieſe und andere Bewegungen iſt die Biene imſtande, ihre Luftſäcke mit Luft zu füllen, damit das Gleichgewicht zu verändern und ſo zu fliegen, wie wir bereits dargethan haben. Die anderen Muskeln in der Abbildung nennt man Levator alarum (*a*), das Gegenteil von den Flügel-Niederdrückern (*c*) und die Hinterflügel-Muskeln (*d*).

Bei der Arbeiterin erſtrecken ſich die Flügel bis in den letzten Ring des Hinterleibes.

Ihre Struktur iſt bei Königin und Drohne gleich. Bei beiden ſind die Flügel länger als bei der Arbeitsbiene. Die Flügel der Königin reichen zur Hälfte über den Hinterleib, und an dem Hinterflügel befinden ſich etwa zwanzig Häkchen. Bei der Drohne ſind die Flügel noch länger, denn ſie bedecken den Hinterleib, auch iſt der Hinterflügel ſehr viel breiter und ſtärker und mit vierundzwanzig Häkchen verſehen. Die Zahl der Häkchen

Digitized by Google

ist sehr verschieden, und wir haben oft gefunden, daß sich an beiden Seiten nicht die gleiche Anzahl findet; gewöhnlich hält sich diese als geringste zwischen fünfzehn bei der Königin und fünfundzwanzig, der höchsten, bei der Drohne.

Es ist sehr schwer mit Gewißeit zu bestimmen, bis zu welcher Entfernung die Bienen zu fliegen imstande sind und die Schnelligkeit ihres Fluges anzugeben. Sorgfältige Beobachtungen haben jedoch ergeben, daß sie gewöhnlich innerhalb eines Radius von einer halben Stunde (zwei englische Meilen) von ihren Stöcken arbeiten. Wenn indessen die Tracht spärlich ist, so fliegen sie zum Aufsuchen der Nahrung oft weiter, ja wohl bis zu einer Stunde (vier bis fünf englische Meilen), wie mehrfach beobachtet worden ist. In gebirgigen Gegenden wird der Flug oft sehr durch den Strom und die Temperatur der Luft beeinflußt, und man hat bemerkt, daß sie, obwohl sie in einem Radius von einer halben Stunde in der Ebene arbeiten, sich doch kaum zu einer Weide erheben, die über vierhundert Yards (à 3 Fuß) hoch liegt. Die Schnelligkeit des Fluges ist noch schwerer zu bestimmen. Wir haben uns öfter mit einer Schnelligkeit von zwölf englischen Meilen in der Stunde fortbewegt und gesehen, wie die Bienen für kurze Strecken mit uns sich fortbewegten, ja oft noch schneller flogen. Die Schnelligkeit des Fluges wird indessen größtenteils durch die Ladung, welche eine Biene zu tragen hat, bedingt. Die beladen zurückkehrende Biene fliegt viel langsamer, als die auf Tracht ausfliegende.

Digitized by Google

Kapitel VI.

Hinterleib (Abdomen).

Der der Arbeitsbiene. — Stielchen (Petiole). — Ringe. — Pygidium. — Rücken- und Bauchringe. — Ausdehnung und Zusammenziehung. — Seitenplatten der Spiegel. — Länge bei der Königin und Drohne.

Der Hinterleib der Arbeitsbiene, der mit dem Bruststück durch eine kurze Röhre (Petiole, *a* Fig. 22) verbunden ist, besteht aus sechs dachziegelförmig über einander gelegten Chitinringen, welche mehr und mehr nach dem Ende (Pygidium, *g*) zu an Größe abnehmen. Jeder derselben besteht aus zwei Schuppen. Die Rückenschuppen (Dorsalringe) sind die größten und fassen über die kleineren Ventral- oder Unterleibsringe. Jeder dieser Ringe ist mit seinem Nachbar vermittelst eines dünnen Chitinhäutchens verbunden, welches durch Zusammenfalten erlaubt, daß ein Ring sich über den andern schiebt und daß das Insekt seinen Hinterleib ausdehnen und zusammenziehen kann. Die Dorsalringe sind mit Haaren gefranzt. Der erste Bauchring ist klein und an der oberen Kante abgerundet, dagegen ist der letzte herzförmig, während diejenigen zwischen den beiden etwas sattelförmig erscheinen und leicht konvex an der Außenseite sind. Bei diesen vier Ringen (*c d e f*) besteht der äußere Teil aus hartem, dunkel gefärbtem Chitin. Der bedeckte Teil ist viel dünner und hat einen Rahmen von hartem Chitin, welcher zwei fünfseitige, vollkommen klar durchsichtige Flächen, Spiegel, umschließt, auf welchen sich die Wachsblättchen bilden. Die unbedeckten Teile der acht Schuppen sieht man weiß in der Abbildung. Wir werden zu einer mehr vollkommenen Beschreibung derselben übergehen, wenn wir die Wachsorgane behandeln. Der äußere

Digitized by Google

Teil eines jeden Ringes ist mit gefiederten Haaren besetzt, welche allmählig nach dem Ende hin kürzer werden.

Die Königin, deren Hinterleib länger als der einer Arbeiterin ist, hat ebenfalls sechs Segmente, nur sind sie breiter und fehlen den Bauchringen die dünnen häutigen Spiegel der Arbeitsbienen. Ähnlich, aber anstatt mit gefiederten Haaren, sind die Ringe der Königin mit kurzen daunenähnlichen Haaren besetzt.

Die Drohne hat sieben Ringe und die Bauchringe sind schmäler, auch haben sie keine durchsichtigen Häutchen (Spiegel), wogegen sie mit ein wenig stärker gefiederten Haaren versorgt sind.

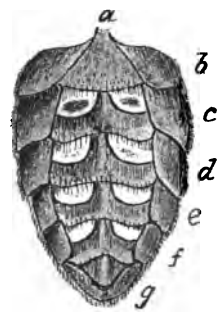


Fig. 22.
Hinterleib (Abdomen) der Arbeitsbiene.

Der erste Dorsalring der Drohne ist ebenfalls mit Haaren gefranzt und der fünfte und sechste Ring hat sogar sehr lange Haare. Der Hinterleib der Drohne ist auch viel länger als derjenige der Arbeiterin.

Digitized by Google

Kapitel VII.

Inneres Gefüge (Struktur).

Endo-Skelett. — Stützen (Meso-cephalische Säulen), Runzeln des Bruststücks. — Mesophragma.

Obgleich wir auf Seite 13 sagten, die Biene habe weder Knochen noch ein knorpeliges Gerüst, so liegt doch das, was ihrem Körper festen Halt giebt, nicht bloß nach außen. Sie besitzt auch Bänder von Chitin, Runzeln und Gewebe aus demselben Material, welche die weicheren Teile verstärken. Man nennt dies das Endo-Skelett.

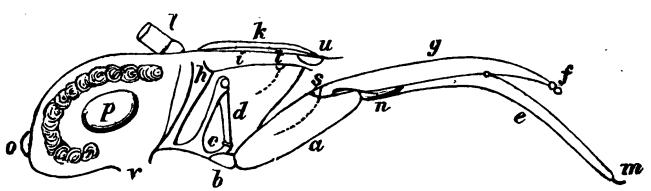


Fig. 23. Längsschnitt durch den Kopf der Biene.

Macloskie (105), der das innere Skelett des Kopfes studiert hat, fand das Kopfschild (Clypeus) am hinteren Rande in eine harte querlaufende Erhöhung niedergebogen, besetzt mit dicken Auswüchsen an den hinteren Winkeln. Von diesen Auswüchsen gehen Säulen oder Träger (Meso-cephaliche) schräg von vorn nach hinten im Kopfe. Diese Stützen (*h* Fig. 23) sind rückwärts im Schädel, nahe der Öffnung (*v*) eingesetzt.

Figur 24 ist ein Abriß eines Querschnitts durch den Schädel und zeigt die Einrichtung des Endo-Skeletts. Das Kopfschild (Clypeus) hat die Mandibeln zu stützen und die Verbindung mit man-

Digitized by Google

chen Muskeln herzustellen, weshalb es verstärkt sein muß. Damit die Stützen einen festen Stützpunkt gewähren, ist ihr Kopf gabelförmig (*h* Fig. 24). Auf diese Weise sind es diese Stützen, welche den Kopf der Biene so stark machen, obwohl das äußere Skelett sehr dünn ist. Macloskie fand, daß diese Stützen vor dem centralen Gehirnlappen aufsteigen und zwischen diesen und den Augenlappen hinlaufen, um den großen Sehapparat am Platze zu halten.

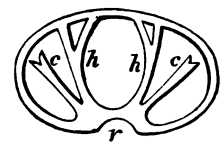


Fig. 24. Abriß des Querdurchschnitts des Kopfes der Biene.

Dicht neben den Wurzeln dieser Stützen entspringen Stäbe (*c* Fig. 23), welche nach vorn zur Fronte des Kopfes laufen. Sie sind stark befestigt, erweitern sich an der Wurzel und sind schwach biegsam, denn ihre Bewegung wird durch ein Gewebe begrenzt, welches sie an die Basis des Kopfes bindet. Diese Stäbchen sind am Ende gegabelt und unterstützen die Cardines (Kirby, 76, *d* Fig. 23), mit welchen sie durch Gelenkglieder verbunden sind, die den Kinnbacken (Maxillæ) eine Stütze geben. Die Lage dieser Stützen sieht man in einem Querschnitt, *c* Fig. 24.

Die Brust hat als die Quelle der Bewegung eine starke Spannung, und um das Zusammenfallen zu verhüten, finden wir Runzeln und Falten am äußeren Skelett, welche diese Gefahr beseitigen. Nebenbei aber sehen wir starke Gewebe, welche große Steifheit verleihen. Ebenso findet sich noch eine steife Platte, genannt Mesophragma (*h* Fig. 21), welche zwischen dem Meso- und Meta-Thorax liegt und die Verbindung mit den mächtigen Muskeln herstellt, welche die Flügel bewegen.

Digitized by Google

Kapitel VIII.

Atmung.

Atmungsapparat. — Luftlöcher. — Tracheen und ihre Struktur. — Spiralfasern. — Kommunikation zwischen den Tracheen. — Luftsäcke. Kleiner bei der Königin. — Gebrauch der Luftsäcke. — Verändertes Gleichgewicht. — Die vorderen Luftlöcher sind die größten. — Ein- und Ausatmung.

Gleich den meisten anderen Insekten, atmet die Biene nicht wie wir durch Öffnungen im Kopfe, vielmehr wird die Luft durch besondere, zu diesem Zwecke geschaffenen Öffnungen, welche sich an der Außenseite des Körpers befinden, zugeführt. Diese Öffnungen nennt man Luftlöcher (*s* Titelbild), wovon sich eine Reihe auf jeder Seite des Körpers befindet. Sie sind mit einer Vorrichtung versehen, durch welche sie freiwillig geschlossen werden können. Ihre Struktur ist von manchen Beobachtern studiert und beschrieben worden, speciell von Newport (116), Landois (88) und Krancher (84).

Jedes Luftloch besteht aus zwei hintereinander liegenden Öffnungen. Die innere kann durch eine Klappe geschlossen werden und die äußere ist längs des Randes mit kurzen Haaren versehen, um das Eindringen von Staub und anderen Unreinigkeiten zu verhüten. Wir werden die Struktur derselben mehr erschöpfend behandeln, wenn wir von der Stimme der Biene sprechen, bei deren Hervorbringung sie eine wichtige Rolle spielen. Die Luftlöcher sind Öffnungen, welche zu inneren Röhren, genannt Tracheen, führen und sich nach allen Richtungen hin durch den Körper des Insekts (siehe Titelbild und Fig. 26) verzweigen.

Es giebt zwei Paare von Luftlöchern in der Brust, d. h. ein Vorderpaar am Pro-Thorax und ein Hinterpaar am Meta-Thorax

Digitized by Google

(Krancher, 84). Dann giebt es noch fünf an jeder Seite des Hinterleibes, im ganzen vierzehn bei der Königin und Arbeitsbiene, wohingegen die Drohne sechszehn hat, da diese einen Hinterleibsring mehr besitzt. Alle Hinterleibsringe, ausgenommen der letzte, haben ein Paar Luftlöcher, wogegen sie am Kopfe oder im letzten Hinterleibssegmente bei Insekten niemals gefunden worden sind.

Die Struktur der Luftlöcher ist von Sprengel, Swammerdam (158), Newport (116) und anderen beschrieben worden.

Der Embryozustand der Insekten hat nach Weismann, sagt Girard, gezeigt, daß die Tracheen durch Zusammenhang mit der Außenseite der Haut entwickelt sind und daß die Röhren in der Nähe der Luftlöcher bei der Häutung abgeworfen werden.

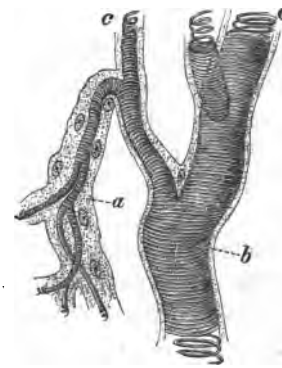


Fig. 25. Tracheen.

Die Tracheen werden durch zwei Häutchen gebildet, ein äußeres, wässeriges (*a* Fig. 25) und ein inneres, schleimiges (*b*) welche eine spiralförmig aufgerollte elastische Faser (*c*) einschließen.

Das äußere Häutchen umschließt lose die Spirale und die ganze innere Verkleidung hängt mit der äußern Haut des Körpers des Insekts zusammen, deshalb ist durch dieses Zusammenhängen die äußere Haut auch zugleich die innere der Tracheen. Die spiralen Fasern sind keine unabhängigen Strukturen, wohl aber Erenulationen, oder inwendigen Zusammenfaltungen mit Verdickung der chitinösen Wand. Sie sind wirklich röhrenförmig, gespalten in der Linie der Einwicklung und zusammenhängend mit der umschließenden Wand. Während der Zeit der Häutung der Larve wird die innere Verkleidung mitsamt der Spirale und der äußeren Haut abgeworfen.

Die Spirale ist einer großen Zusammenpressung fähig, so

Digitized by Google

daß die Menge der in der Trachee eingeschlossenen Luft sehr verschieden ist, je nach den Umständen. Sie kann nur im geringen Grade sich ausdehnen, ohne die Membrane zu zerreißen, und wenn dies der Fall ist, so können höchstens fünf Umdrehungen der Spirale (*c* Fig. 25) separiert werden. (Sedgwick-Minot, 151).

Jede Partie der Gefäße besteht aus acht bis zwölf Röhren, welche von einem Bündel der fortlaufenden Tracheen ausgehen und ihre Zweige über den Magen und andere Eingeweide verästeln, indem sie feine Zweige zu jedem Teile des Körpers senden, selbst zur Gehirnsubstanz und den Nerven. Die fortlaufenden Tracheen stehen in freier Verbindung mit einander über dem Körper und laufen vermittelst kleiner Ästchen, die sich an jeder Seite berühren (Fig. 26 und Titelbild), der ganzen Ober- und Unterfläche entlang. Gleicherweise erstrecken sie sich bis in die Fühlhörner, Flügel und Beine. Hierdurch wird die Luft zu jedem Teile des Körpers gesendet.

Die hauptsächlichsten Tracheen der Biene sind, wie bei allen fliegenden Insekten, zu großen Luftsäcken entwickelt (Fig. 26), und da diese nur ausgeweitete Tracheen sind, so ist ihre Struktur ähnlich, jedoch sind die Spiralen sehr verkleinert und kaum bemerkbar. Die hauptsächlichsten und größten Luftsäcke befinden sich in dem vorderen Teile des Hinterleibes und bilden mit den folgenden freie Atmungshöhlungen, während die von ihnen ausgehenden Tracheen in eine Partie trichterförmige Röhren endigen, die an ihren dünnen Enden mit einander über den Körper hin in Verbindung stehen. Die Luftsäcke der Drohne sind ähnlich plaziert, nur sind die der Königin beträchtlich kleiner, weil viel von dem Raume in dem Hinterleibe von den großen Eierstöcken eingenommen wird.

Da der Hinterleib der Biene abwechselnd zusammengezogen und ausgedehnt wird, so wird die Luft in und aus den Röhren durch die Luftlöcher gedrängt.

Die wirkliche Verwendung dieser Luftsäcke geht nach Hunters Annahme dahin, dem Insekte die Veränderung des spezifischen

Digitized by Google

Gleichgewichtes nach Belieben durch Ausdehnung des Körpers möglich zu machen, um es so in den Stand zu setzen, sich besser auf den Flügeln ohne große Muskelanstrengung halten zu können (Newport, 116).

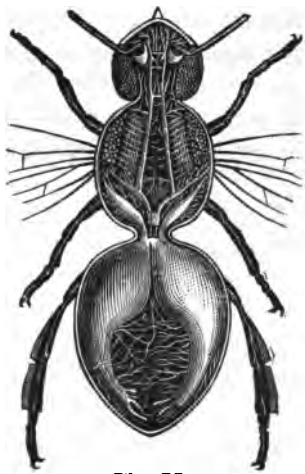


Fig. 26.
System der Luftzirkulation.

Bei der Atmung werden beinahe alle Muskeln und Nerven jedes Segmentes des Körpers in beständige Thätigkeit gebracht. Réaumur (139) fand bei seinen Untersuchungen, daß die vorderen Luftröhren die größten und am meisten entwickelten und deshalb für das Insekt die wichtigsten bei der Atmung sind. Jede Längenausdehnung der Segmente des Hinterleibes entspricht einer Einatmung und jede Zusammenpressung einer Ausatmung.

Vogel (166) sagt, wenn die Biene ruhig ist, so macht sie drei bis fünf Einatmungen, nach welchen der Hinterleib für zwei oder drei Minuten ruhig bleibt, worauf die Ringe sich abermals drei bis fünf mal in einer Sekunde ausdehnen, um wiederum zwei bis drei Minuten zu ruhen. Junge Bienen, die zum ersten male ausfliegen, machen mehr Einatmungen, auch erfolgen letztere viel rascher aufeinander, so daß es schwer hält, sie zu zählen.

Wenn sich das Insekt zum Fluge vorbereitet, werden in dem Augenblicke, wo es die Flügel erhebt, die vorderen Paare der Luftröhren bei der Einatmung geöffnet und die Luft strömt nun in die Tracheen des ganzen Körpers, dehnt die Luftsäcke aus und ermöglicht es dem Insekt, das spezifische Gewicht zu verändern, so daß, wenn die Luftröhren im Augenblicke des Erhebens in die Luft geschlossen sind, die Biene imstande ist, einen langen und

Digitized by Google

mächtigen Flug mit sehr wenig Verwendung der Muskelkraft zu unternehmen. In Fig. 21 bei *e* sieht man die Luftsäcke der Brust, umgeben von mächtigen Muskeln.

Newport (116) fand, daß Quantität und Schnelligkeit der Atmung in einiger Beziehung zur Muskelkraft des Insekts im Zustande der Thätigkeit steht. Im normalen Zustande fand er die Einatmung selten über vierzig in der Minute hinausgehend, wohingegen er 110 bis 160 Zusammenziehungen der Hinterleibsringe in der Minute zählte, wenn das Insekt sehr ermüdet war.

Digitized by Google

Kapitel IX.

Blutumlauf.

Umlauf-System. — Rückengefäß. — Herzhöhlungen. — Grabers Entdeckung. — Herzquerwand. — Herzkammer. — Blut der Biene. — Der Umfluß verändert sich mit der Temperatur. — Wärme des Blutes. — Temperatur des Bienenhaufens verbunden mit der Thätigkeit des Atmens. — Versuche über die Wintertemperatur des Bienenhaufens. — Temperatur zu verschiedenen Jahreszeiten.

Bienen, wie alle anderen Insekten, haben Zirkulations-Organe, obgleich sie kein reguläres System der Blutgefäße wie die höher entwickelten Tiere besitzen. Zwar hatten Swammerdam, Malpighi und Lyonnet eine Idee von der Methode der Zirkulation bei den Insekten, aber dennoch wurde die Sache wenig bekannt, bis Newport (119, 120) sie soweit erklärte, daß man einige Kenntnisse darüber erlangte. Mehr Licht verbreiteten die nachherigen Entdeckungen Grabers (51, 52, 53), die, an und für sich von höchster Wichtigkeit, aufklärten, was ungewiß war und für eine lange Zeit bestritten wurde.

Das Rückengefäß (Fig. 27), welches ein Herz ist und eine Reihe von Herzkammern enthält, liegt unmittelbar unter der äußeren Bedeckung des Rückens des Insektes und reicht von nahezu dem Ende des Leibes, wo es sich schließt, bis zum Kopfe über den Schlund (Oesophagus), wo die Röhre neben dem Gehirn offen ist.

Die Wände des Herzens bestehen aus drei Schichten. Die dünne innere Verkleidung (Endocardium) ist mit einer centralgefurchten Muskelwand und die äußere mit einem zusammenhängenden Gewebe (Pericardium) verbunden. Bei der Königin und

Digitized by Google

Arbeitsbiene finden wir fünf Kammern (Ventricels) und jede ist mit einer Öffnung, die durch Muskelzusammenziehung als eine Klappe wirkt, an jeder Seite (*a* Fig. 28) versehen.

Jede Herzkammer steht mit der vorhergehenden durch eine Klappe (*b* Fig. 28) in Verbindung, so daß das Blut in einer Richtung fließt (die Pfeile in der Abbildung deuten das an), wenn das Dorsalgefäß durch die centrale muskulöse Schicht zusammengezogen wird. Auf diese Weise wird es auch aus dem Kopfe getrieben und kehrt von da

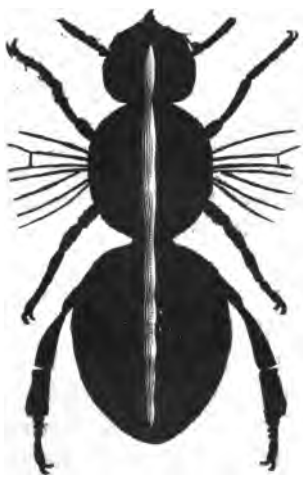


Fig. 27. Rückengefäß.

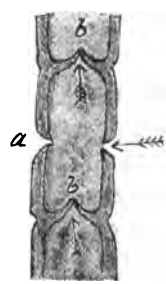


Fig. 28. Herzkammern u. Klappen.

zurück, um jeden Teil des Körpers zu durchströmen. Wenn die Höhlungen sich ausdehnen, tritt das Blut in die Seitenöffnungen und die dazwischen sich befindenden Klappen schließen sich. Bei einer abermaligen Zusammenziehung findet das Umgekehrte statt, so daß ein fortwährender Strom von Blut nach dem Kopfe sich ergießt.

Das Rückengefäß wird durch Muskeln, welche es umgeben und dem häutigen Skelett angegliedert sind, in seiner Lage gehalten. Hierunter liegen die zusammengesetzten muskulösen Platten, welche von Lyonnet als Flügel bezeichnet werden und nicht mit dem Rückengefäße verbunden sind, aber eine Querwand bilden, welche den Körper der Biene in zwei ungleiche Hälften teilt, wovon die kleinere, die Rückenhälfte, oben und die größere, die Bauchhälfte,

Digitized by Google

für die Eingeweide unten sich befindet. Die Muskeln der Querwand sind sehr zusammengesetzter Art, denn neben der Durchkreuzung der muskulösen Fasern an jeder Seite unter dem Rückengefäße giebt es noch ebenfalls an derselben Seite zusammengesetzte Verbindungen (Inosculationen*) unter einander.

Dieses pericardiale Septum, wie es Graber (52) nennt, treibt, indem es sich zusammenzieht, die Eingeweide zurück und infolge der Erweiterung des oberen oder pericardialen Raumes, der hierdurch entsteht, wird das Blut durch die Öffnungen in das Rückengefäß getrieben. Dieses ruht auf den gelben pericardialen Kernzellen, 0·035 mm im Durchmesser, wo sie ein Kissen bilden. Mitunter erstrecken sich diese Fasern bis zu der äußeren Schicht des Herzens. Hier findet man auch Fettkörper, wie sie Graber nennt, welche hier und da eingesprengte Zellen nach Graber enthalten. Es sind das eingeschlossene Zellen von gelber Farbe mit immer nur einem einzigen Kern, der jeder Säure und jeder alkalischen Flüssigkeit widersteht. Unter ihnen giebt es Nervenfasern und zahlreiche Verzweigungen der Tracheen, welche das Rückengefäß bedecken und sich zwischen den pericardialen Zellen einschalten. Diese letzteren bilden das Ende der feinsten Verästelungen der Tracheen, welche die peritoneale**) Membrane der Tracheen mit der äußeren Membrane der pericardialen Zellen vereinigt.

An dieser Entdeckung Grabers erkennt man, wie das Blut mit Sauerstoff versorgt werden kann, der, durch zahlreiche Tracheen aufgesogen, sich durch den ganzen Körper zu verbreiten imstande ist. Das auf diese Weise mit Sauerstoff versehene Blut, in

*) Vereinigung von zwei Gefäßen eines tierischen Körpers an den äußersten Enden oder auch Berührung und Durchbohrung ihrer Seiten, um eine Kommunikation herzustellen.

**) Gehört zu dem Peritoneum, ein dünnes, glattes, wichtiges Häutchen, das die ganze innere Fläche des Hinterleibes und mehr oder weniger alle darin enthaltenen Eingeweide bekleidet.

Digitized by Google

enger Nachbarschaft mit dem Rückengefäße, tritt in dieses, um zum Gehirn und von dort zu jedem anderen Teile des Körpers fortgetrieben zu werden.

Das Blut der Biene, gleich dem anderer Insekten, ist farblos und enthält weiße Körperchen, welche weniger zahlreich sich finden, als die roten im Blute der Wirbeltiere. Sie haben einen zellenförmigen Charakter, enthalten Protoplasma mit einem Kerne, der von einer körnigen Substanz umgeben ist, und sind analog den Weißblut-Körperchen der Wirbeltiere. Sie wechseln beständig ihre Gestalt, wie Amœbæ, und heißen deshalb amœboide Körperchen. Oftmals sind sie rund, dann wieder länglich rund, bootförmig, zerrissen an den Rändern, zugespitzt oder sternförmig.

Newport (120) und Graber (52) bemerkten, daß die Schnelligkeit der Zirkulation mit der Temperatur sich verändert und dies großen Einfluß auf die Zahl der Pulsationen des Herzens hat, die bei dem Gefrierpunkte aufhören und mehr und mehr in Thätigkeit kommen, je höher die Temperatur steigt. Das Blut der Biene hat einen gewissen Gehalt von spezifischer oder tierischer Wärme. Alte Beobachter haben die Thatsache erkannt, daß sich eine gewisse Wärme in der Bienentraube, selbst im Winter, immer vorfindet.

Die Temperatur, wie Newport (120) gezeigt hat, ist eng verbunden mit der Thätigkeit der Atmung und der Aufregung der Bienen. Bei einem engen Aneinanderschließen können sie die Temperatur bis zu der Höhe steigern, welche zum Wabenbau erforderlich ist. 1878 machten wir eine Reihe von Versuchen, um die Höhe der Wärme im Bienenknäuel im Winter festzustellen, da Newport angegeben hatte, daß die Temperatur zuzeiten bis unter den Gefrierpunkt herabsinke. Unsere Versuche wurden mit der äußersten Sorgfalt an vier Stöcken in einem Bienenhause ausgeführt, und obgleich die äußere Temperatur, wie auch die im Bienenhause öfter unter den Gefrierpunkt sank, so ereignete es sich doch nur zweimal, daß sie im Bienenhaufen unter 60° (etwa 12½° Réaumur) herabging. Als wir dies bei beiden Unter-

Digitized by Google

suchungen herausfanden, wurden die Stöcke geöffnet, wo wir die Thatsache entdeckten, daß die Bienen sich abseit gezogen und das Thermometer unbelagert gelassen hatten.

Die Temperatur im Bienenknäuel steht zwischen 60 bis 70° Fahrenheit. Zu verschiedenen Jahreszeiten ist auch die Temperatur in den Bienenstöcken eine verschiedene. Newport fand, daß während der Schwarmzeit mehr Wärme hervorgebracht wird, selbst bei einer niedrigen äußeren Temperatur, als im Monat August. Im ersten Falle fand er sie so hoch bis zu 96° Fahrenheit, mit einer Außentemperatur von 66°, während sie im Monat August selten mehr als 80°, vielleicht 86° betrug, selbst unterm Mittage, wenn die Temperatur auf mehr als 78° Fahrenheit stand. Bei einer hohen Temperatur von 78° wird in Wirklichkeit weniger Wärme von einem Volumen Luft produziert, als wenn die Atmosphäre nicht mehr als 66° beträgt, was oft in der Schwarmzeit der Fall ist, während in Wirklichkeit ein bei weitem geringeres Volumen Luft im August als im Mai konsumiert wird, weil die Bienen dann sich nicht in demselben Zustande der Aufregung befinden.

Girard (46) hat durch Versuche gezeigt, daß die Temperatur des Bruststücks immer höher ist, als die des Hinterleibes, und zwar infolge der schnelleren Atmung, welche durch die Bewegung im Fluge verursacht wird.

Digitized by Google

Kapitel X.

Nervensystem.

Ganglienkette. — Gehirn oder das obere Schlundganglion. — Nervenfäserchen. — Ganglien-Zellen. — Regulierung des tierischen Lebens. — Kommissural-Fibern. — Reflex-Aktion. — Mit den Flügeln und Beinen zusammenhängende Ganglien. — Zahl der Ganglien. — Mit Nerven versehene Muskeln. — Vegetabilisches Leben der Insekten.

Das Nervensystem hat die Aufmerksamkeit mancher Naturforscher auf sich gezogen, von welchen besonders Swammerdam (158), Dufour (32), Newport (117), Blanchard (5), Dujardin (33), Brandt (10) und Bütschli (18) mögen genannt werden. Bei den Bienen besteht das Nervensystem aus einer Reihe von Markknoten, Ganglien genannt, oder einer Sammlung von Nerven, verbunden mit dazwischen liegenden, der Länge nach sich hinziehenden doppelten Marksträngen. Die Ganglienkette erstreckt sich vom Schwanzende des Körpers unterhalb des Magens (*d* Titelblatt) bis zur Mittellinie des Oesophagus, welchen es umschließt und sich oberhalb desselben im Kopfe vereinigt (*a*). Die Ganglien sind so geordnet, daß die eine neben der anderen plaziert ist, also doppelt sich gestalten. Die größte befindet sich im Kopfe und wird Gehirn (*a* Fig. 29) oder oberes Schlundganglion genannt. Diejenige unter dem Schlunde (*f*) nennt man unteres Schlundganglion, während die Nervenfäden (*g*), welche den Schlund umschließen und die beiden verbinden, das Schlund-Halsband heißen. Die anderen bezeichnet man mit dem Ausdruck Ganglien oder Markcentren. Bündel von Nervenfäden, eingeschlossen in einer Scheide (*B* Fig. 30), bilden die Stränge und leiten die Kraft der Nerven von den Ganglien, wo sie entspringt, wie auch die Eindrücke, welche von außen erfolgen, durch das Medium der Sinne

Digitized by Google

zu dieſen Markcentren. Jedes Nervenfäſerchen iſt von einem Ende bis zum anderen gänzlich von den anderen abgeſondert, und dieſem Umſtande ſchreibt man die Genauigkeit der Empfindung und Überleitung zu den peripheriſchen Extremitäten zu (Klein, 79).

Die Ganglien ſind hauptſächlich aus Zellen gebildet, Ganglienzellen genannt (*A* Fig. 30), eng verbunden mit Fäden. Sie geben den Nerven der Empfindung und Bewegung den Urſprung, welche in jeden Teil des Körpers gehen und das tieriſche Leben der Inſekten regeln. Fibern und Zellen ſind in eine doppelte Hülſe eingeſchloſſen (*A*, *B* und *C* Fig. 30), deren innere Bekleidung dick und hart und mit einer körnigen Lage, Stratum genannt, überzogen iſt. Der äußere Überzug iſt eine weiche und dünne Membrane, in welche die feinen Enden der Tracheen münden.

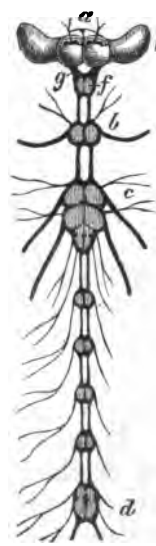


Fig. 29.
Nervenſyſtem.

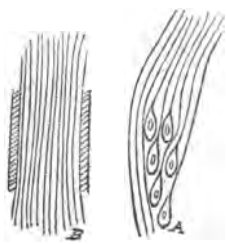
Die Zellen (*A* Fig. 30) ſind länglich oder rund und kernig. Die größten finden ſich bei den Hinterleibsganglien.

Die Fäden, welche die verſchiedenen Körperteile mit der Nervenknotenkette und dem Gehirn verbinden, nennt man Bänder, d. h. verbindende Fibern. Ebenſo kommunizieren ſie mit beiden Seiten, um die Eindrücke an beiden Seiten des Körpers zu vermitteln. Andere Fäden werden Reflexe genannt. Da dieſe in Berührung mit den Nervenknotenzellen kommen und zurückgehen, ſo werden die hervorgebrachten Eindrücke zurückgeworfen und nicht zu den anderen Ganglien oder dem Gehirn geleitet.

Die Nervenknotenkette beſteht nach Brandt, der ſie als Spezialität ſtudierte, aus dem oberen Schlundganglion (*a* Figur 29), welches die Netzaugen (*e*), die einfachen oder Stirnaugen, die Fühlhörner und die Oberlippe (Labrum) bedient. Das Schlundganglion (*f*), welches durch das Halsband (*g*) damit ver-

Digitized by Google

bunden iſt, bedient dagegen die Nerven der Kiefern, der Unterlippe (Labium) und der Palpen. Der erſte Nervenknoten im Bruſtſtück (Prothorax, *b*) verſorgt die Nerven der beiden Vorderfüße. Die nächſten zwei (*c*) verbinden ſich, wiewohl ſie unab-



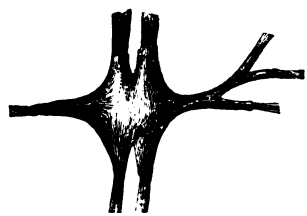


Fig. 30.
Nerven u. Nervenknotenzellen. Nerven u. Ganglienzellen.

hängig von einander arbeiten; der oberſte ſendet ſeine Nervenfäſerchen zu den Vorderflügeln und mittleren Beinen, während der unterſte in Verbindung mit den Hinterflügeln und Hinterbeinen ſteht.

Die Bauchganglien, von welchen die Arbeiterin fünf und die Drohne und Königin nur vier hat, verſorgen die Nerven zu den Muskeln, die mit den Flügeln in Verbindung ſtehen. Die letzte (*d*) verzweigt ſich und verſorgt jene der Verteidigung, der geſchlechtlichen Organe und des Stachels.

Viallanes (165) und Ranvier (137) haben bewieſen, daß die Muskeln durch Nerven bedient werden, welche in die äußere Membrane (Sarcolemma) führen und gerade bevor dies geſchieht, bilden ſie einen Ganglienplexus oder ein Ganglien-Netzwerk.

Das vegetabiliſche oder organiſche Leben, dasjenige z. B., welches nicht vom Willen, vielmehr von den verdauenden Thätigkeiten abhängt, wird in Thätigkeit geſetzt durch die Vermittlung der Auswüchſe des Hauptnervengebäudes. Dies wird bisweilen das ſtomato-gaſtriſche Nervenſyſtem genannt. Es iſt mit kleinen Ganglien verſehen, welche ihre Nervenfädchen zu den

Digitized by Google

Verdauungs-, Atmungs-, Zirkulations- und Reproduktions-Organen senden.

Hierneben hat Blanchard (7) die sympathetischen Nerven beschrieben, welche am Schlund-Halsbande beginnen und sich unmittelbar vereinigen. Sie haben in jedem Segmente des Körpers kleine trianguläre Ganglien, welche zahllose Fäden strahlenförmig zu jedem Teile des Körpers senden.

Digitized by Google

Kapitel XI.

Gehirn.

Instinkt. — Intelligenz. — Oberes Schlundganglion. — Untersuchung des Gehirns. — Windungen. — Pedunculare (aus einem Stiele hervorwachsende) Körper. — Beziehung (Verhältnis) der Größe der peduncularen Körper zur Intelligenz. — Vergleichung der Größe des Gehirns verschiedener Insekten. — Gehirn kleiner bei Königin und Drohne.

Es wurde angenommen, daß Insekten, unfähig Ideen zu verbinden, nur einzig instinktmäßig thätig seien und daß dies seinen Ursprung gleich in jeder der Ganglien habe, besonders um so mehr, als man fand, daß ein enthauptetes Insekt weiter lief und sich bewegte, ja den Versuch machte, sich wieder auf seine Füße zu stellen, nachdem es auf den Rücken geworfen war. Dujardin (33) erwähnt gleichfalls verschiedene Fälle, welche beweisen, daß freiwillige Bewegungen bis zu einem gewissen Grade nach der Enthauptung stattfinden können. So war z. B. eine große Fliege (Eristalis tenax), deren Kopf man abgeschnitten und die man vor dem Vertrocknen bewahrt hatte, imstande, acht bis neun Stunden ihre Verdauungsfunktionen unter dem Einflusse der Sonnenstrahlen zu verrichten, die Flügel, Füße und Legeröhre (Ovipositor) zu bewegen. Berührte man den Meta-thorax, so bewegte sie augenblicklich ihr Hinterbein nach vorn, um den fremden Gegenstand zu entfernen oder die Flügel zu reinigen oder zu reiben. Ebenso streckte sie die Zunge des abgeschnittenen Kopfes aus, um die ihr gereichte Flüssigkeit aufzusaugen. Das sind alles reine instinktive, durch die Ganglien bewirkte Bewegungen, gleich wie es diejenigen sind, welche zutage treten, wenn der Stachel bei einer Biene oder oder Wespe sich bewegt, nachdem der Hinterleib von den übrigen

Digitized by Google

Teilen des Körpers getrennt worden ist. Trotz alledem giebt es Thätigkeiten, welche man in einem gewissen Grade nur der Intelligenz zuschreiben kann.

Wir wollen nun denjenigen Teil untersuchen, welchen Dujardin (33), Brandt (10) und andere als den Sitz der Intelligenz beschreiben, das obere Schlundganglion oder das Gehirn. *a* Fig. 29 zeigt das Gehirn in seiner Verbindung mit der Ganglienkette und Fig. 31 und 32 eine vergrößerte Ansicht des von allen äußeren Teilen entblößten Gehirns, wie sie Dujardin in seinem

Fig. 31. Das nackte Gehirn.

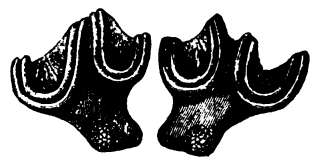


Fig. 32. Ansicht der Fig. 31 von oben.

Memoir giebt. Er sagt, das Gehirn ist so weich und durchsichtig, daß es gar nicht möglich ist, seine Struktur zu erkennen oder seine Form zu verfolgen, wenn man es nicht vermittelst Alkohol oder Terpentin, wie dies Swammerdam that, härtet.

Aber es ist geboten, das Gehirn im frischen Zustande zu untersuchen, um den Charakter seiner Substanz sowohl, wie die es einschließende Hülle zu erkennen. Wenn die Hirnschale entfernt worden ist, so sehen wir zunächst nur das Fettgewebe, die Speicheldrüsen, zahllose Tracheen und tracheale Säcke (Luftsäcke), welche vollständig das Gehirn verdecken. Wenn das alles fortgeräumt worden ist, so wird man sehen, daß der tracheale Sack mit dem Gehirne zusammenhängt und es mit einer doppelten Membrane umgiebt, wie ein Luftkissen, das zugleich das Organ stützt und beschützt. Bei dem Versuche, es fortzunehmen, läßt sich nur die

Digitized by Google

äußere Membrane, welche dicker und gereifelt ist, wie die Tracheen, loslösen, während die untere und dünnere mit dem Gehirne verbunden bleibt. Diese Membrane, ähnlich der dünnen Hirnhaut (Pia mater), sendet ihre kleinen Tracheen in das Innere und kann nicht ohne das Zerreißen des Gehirns entfernt werden. So dargestellt und unter dem Mikroskope untersucht, wird man finden, daß die Gehirnsubstanz aus durchsichtigen Kügelchen besteht. Wenn jetzt von der härtenden Flüssigkeit etwas darauf gegeben wird, so wird die Gehirnsubstanz nicht gleichmäßig weiß oder dunkel, aber Windungen erscheinen, welche bei verlängertem Auftauchen um so leichter erforscht werden können. Regelmäßige Windungen, mehr oder weniger bestimmt, erscheinen zuerst nahe der Stelle, welche mit den einfachen Augen in Verbindung steht. Wenn die weiche Substanz, welche diese Windungen bedeckt, entfernt wird, so findet man die innere Substanz weißer und fester, die damit der weißen Masse des Gehirns der Wirbeltiere entspricht.

Die Windungen bilden zwei Paar seitwärts gekehrte und gefaltete rosettenähnliche Scheiben, welche gleich Kissen aufgebauscht und deren centrale Teile durch Strahlen gekennzeichnet sind. Wenn wir nun zuletzt alle umgebenden Teile entfernt haben, so endigen wir mit der Bloßlegung der Körper, zu welchen diese Windungen gehören und welche Dujardin pedunculare Körper (corps pédonculés) nennt. Diese sind symmetrisch in den oberen Teilen des Gehirns geordnet und bestehen aus einem starken kurzen, gabelspaltig nach unten gerichteten Stiele, welcher in zwei Knoten (Tuberkeln) endigt und die gewundenen Läppchen darüber trägt. Von den beiden Tuberkeln, welche den Stiel beenden, ist die innere gegen die korrespondierende Tuberkel des anderen gestielten Körpers gerichtet und kommt ihm sehr nahe, ohne ihn jedoch zu berühren. Der Zweck scheint zu sein, die beiden Hälften des Gehirns mit einander in Verbindung zu bringen. Die andere Tuberkel, welche nach vorn gerichtet und nur mit der doppelten trachealen Membrane bedeckt ist, endigt in einer körnigen Fläche; sie kommt nahe in Kontakt mit jenem Teile der Hirnschale, der seinen Sitz

Digitized by Google

zwischen den Fühlhörnern und den Stirnaugen hat. An diesem Teile des Kopfes ist es, sagt Dujardin, wo sich die Ameisen mit ihren Fühlhörnern berühren, wenn sie mit einander zu verkehren wünschen.

Von dem Gehirn ab geht seitwärts die Masse, welche sich bis zu den zusammengesetzten Augen ausdehnt. Die Fühlhöner sind mit Nerven versehen, von welchen jede, wie Dujardin fand, von einem speziell genau beschriebenen Läppchen ausgeht, und drei kurze und starke Stiele an dem oberen Teile sind mit den Stirnaugen verbunden. Die Nerven haben ihren Platz oberhalb der inneren Scheiben der gestielten Körper, mit welchen sie in Verbindung stehen. Der mittlere Nerv ist aus zwei separaten Stielen gebildet, die von den Läppchen an jeder Seite ausgehen, sich in einem gemeinsamen Mittelpunkte vereinigen und so ein einfaches Auge bilden.

Solcher Art, sagt Dujardin, sind die Teile des Gehirns, welche besonders dazu angethan erscheinen, die Fähigkeit der Intelligenz zu bezeugen. Sie sind mehr oder weniger mit der weichen Masse bedeckt und es ist nur diese letztere, woraus das Gehirn der Insekten besteht, deren Befähigung nur eine instinktive ist.

Weiter sagt er: je mehr die Intelligenz vorherrscht über den Instinkt, desto größer werden sowohl der Knoten dieser gestielten Körper, als auch die Fühlhörner Läppchen und zwar im Verhältnis der Größe des Gehirns. Das kann man sehen, wenn man von dem Maikäfer (Melolontha) zum Heimchen, dann von der Schlupfwespe, Holzbiene oder der einsam lebenden Biene und schließlich zur gesellschaftlich lebenden Honigbiene übergeht, wo diese gestielten Körper den fünften Teil des Gehirns und den $^1/_{940}$ des ganzen Körpers bilden, während die des Maikäfers geringer als $^1/_{33000}$ des Körpers sind. Die Ameise im Gegenteil, obwohl ihr Körper viel kleiner ist, hat ein viel mehr entwickeltes Gehirn und die gestielten Körper nehmen nahezu die Hälfte des Gehirnumfangs ein oder $^1/_{286}$ der Größe des ganzen Körpers.

Digitized by Google

Es wird gewöhnlich angenommen, daß die Größe des Gehirns im Verhältnis zu der Intelligenz steht, und Dujardin, welcher die sorgfältigsten Messungen machte, giebt die folgenden Größen: bei der Arbeitsbiene ist das Gehirn $^1/_{174}$ des Körpers, bei der Ameise $^1/_{286}$, der Schlupfwespe $^1/_{400}$, dem Maikäfer $^1/_{3920}$ und dem Ditiscus, Wasserkäfer, $^1/_{4200}$.

Vogel (166) behauptet, daß das Gehirn der Königin und Drohne kleiner sei, und Girard (48) sagt, daß die Drohnen, obwohl sie viel größer als die Arbeitsbienen, besonders bezüglich des Kopfes, sind, ein kleineres Gehirn haben, nicht relativ im Vergleich zur Größe des Körpers, aber thatsächlich. Dies stimmt mit der Thatsache, daß den Drohnen in Wahrheit die Intelligenz fehlt, wohingegen diese den anderen nicht abzusprechen ist.

Digitized by Google

Kapitel XII.

Muskelsystem.

Größe der Muskeln. — Struktur. — Kontraktion und Expansion. — Muskelkörperchen. — Bündel muskulöser Fasern. — Sehnen. — Muskeln der Brust und der Kiefern. — Zugkraft der Bienen. — Freiwillige und unfreiwillige Thätigkeit der Muskeln.

Die Biene hat ein sehr kräftiges Muskelsystem, durch welches jede Bewegung bewirkt wird. Bezüglich ihrer Größe sind die Muskeln sehr verschieden. Einige bestehen aus Faserbündeln, während andere nur eine einzige Faser bilden. Sie werden durch Nerven in Thätigkeit gesetzt, welche ihre Kontraktion (Zusammenziehung) und Expansion (Ausdehnung) bewirken.

Wenn man sie unter dem Mikroskope untersucht, so erscheinen sie querüber gestreift (Fig. 33). Sie bestehen aus einer durchsichtigen, gleichartigen, elastischen äußeren Membrane, Sarcolemma genannt, und dunkeln zarten Linien, welche die Fädchen in regelmäßiger Entfernung kreuzen, um den Raum innerhalb der Sarcolemma in gleichmäßige querlaufende Abteilungen oder Scheiben zu teilen.

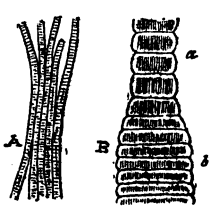


Fig. 33. Muskeln.

Diese Membranen, sagt Klein (79), scheinen an der Sarcolemma befestigt zu sein, so daß, wenn die Muskel sich streckt oder zusammenzieht, die Oberfläche nicht glatt, aber regelmäßig querlaufend wellenförmig erscheint (*B* Fig. 33).

Jede Faser wird während der Zusammenziehung kürzer und dicker (*B*, *b* Fig. 33). Bei der lebenden, unversehrten Muskelfiber beginnt die Zusammenziehung an einem Ende und teilt

Digitized by Google

sich gleich einer Welle (Kontraktionswelle) der ganzen muskularen Fiber mit. Der Vorgang ist bemerkbar an der verdickenden Bewegung entlang der Fiber, wobei der nachfolgende Teil seinen vorigen Durchmesser wieder bekommt.

In dem centralen Teile der Fibern sind Kerne oder protoplastische Körperchen, Muskelkörperchen genannt, gebildet. Diese werden in eine muskulöse Substanz umgewandelt und auf Kosten derselben zu neuen Fibern oder Fasern gebildet oder bereits gebildete damit verdickt.

Die Muskeln bestehen oft aus Faserbündeln (*A* Fig. 33) und enden in Sehnen, die der Länge nach verschieden sind. An Farbe sind sie nahezu weiß, einige sind jedoch blaßrot.

Bei einer Biene ist die Zahl der Muskeln sehr groß und die Kraft der letzteren sehr stark. Die größten Muskeln finden sich im Bruststück. Diese sind dargestellt in Fig. 21 (*a*, *b*, *c* und *d*), wo man sehen wird, daß sie nahezu die Höhlung ausfüllen.

Mit mächtigen Muskeln sind ebenso die Kiefern (*g* Fig. 51) zum Kneten des Wachses versehen.

M. Plateau (43), welcher die Zugkraft der Insekten studiert hat, fand, daß die Biene das Zwanzigfache ihres Körpergewichts zu ziehen vermag. Ebenso fand er auch noch, daß die Zugkraft der Biene gleich dem Gewichte ihres Körpers ist. Das Durchschnittsgewicht eines Mannes beträgt 142 Pfund und seine Zugkraft nach Regnier nur 124 Pfund oder nicht ganz das Gewicht seines Körpers. Es giebt uns dies einen Begriff von der enormen Stärke einer Biene im Verhältnis zu der Größe ihres Körpers.

Um verschiedene Teile des Körpers in Bewegung zu setzen, müssen verschiedene Muskeln in Thätigkeit gesetzt werden. Newport (116) fand, daß neben jenen, welche zu den Luftlöchern gehören, die Muskeln, welche bei der Atmung thätig sind, diejenigen eines ganzen Segments des Körpers einschließen. Jeder Akt der Einatmung trägt einen gemischten Charakter und ist teilweise freiwillig und teilweise unfreiwillig.

Digitized by Google

Freiwillige Muskelthätigkeit ist diejenige, welche von dem Einflusse des Willens des Insektes ausgeht, und unfreiwillige diejenige, welche unabhängig von seinem Willen stattfindet.

Jede Thätigkeit der Ausatmung trägt mehr den Charakter der Unfreiwilligkeit und kann als ein einfacher Vorgang angesehen werden, nach welchem die Muskeln sich bestreben, ihre vorherige Lage wieder einzunehmen, welche vermittelnd zwischen Zusammenziehung und Erschlaffung wirkt, also unabhängig von dem Willen des Insektes stattfindet (Newport).

So ist z. B. die Muskelthätigkeit des Rücken- oder Dorsalgefäßes, des Herzens der Biene, und des Magens unfreiwillig, während die der Kiefern und Flügel eine freiwillige ist.

Es würde unmöglich sein, innerhalb der Grenzen dieses Buches alle Muskeln zu beschreiben und wir müssen uns damit bescheiden, daß wir sagen: es giebt keine Bewegung im Körper der Biene, welche nicht durch die Muskeln ausgeführt wird.

Digitized by Google

Kapitel XIII.

Struktur des Stachels.

Ähnlichkeit des Stachels mit der Legeröhre (Ovipositor), Scheide, Waffe, Tasche, Widerhaken. — Rinne. — Zusammengesetzte Hebel. — Röhrenförmige Lanzetten (Stechborsten). — Leitstangen. — Klappen. — Giftblase. — Abwechselnde Bewegung der Lanzetten. — Hebelmuskeln. — Giftdrüse. — Pumpähnliche Thätigkeit. — Ameisensäure. — Öldrüse. — Lubrikation (Einölen) des Stachels. — Gekrümmter Stachel der Königin.

Es giebt wohl wenig Bienenzüchter, welche nicht zuzeiten es gefühlt haben, daß die Bienen Stachel besitzen und mit diesen Schmerz verursachen können. Der Stechapparat besteht aus einer Waffe, und von Dewitz (30), Vogel (166) und anderen ist behauptet worden, daß er in anatomischer Beziehung analog der Legeröhre (Ovipositor) der Insekten sei, mit dem Unterschiede, daß, während der Ovipositor dem Weibchen als ein Apparat zum Eierlegen diene, seien bei den Insekten, welche einen Stachel besitzen, die weiblichen Organe so verkleinert, so verkrüppelt oder gar insoweit unterdrückt, daß eine Befruchtung unmöglich stattfinden könne. Die meisten apistischen Schriftsteller haben den Stachel beschrieben, unter welchen mögen erwähnt werden: Burmeister (17), Westwood (169), Duthiers (36) und andere, hauptsächlich aber sind wir J. D. Hyatt (71) für eine vollständige anatomische Erforschung und Beschreibung dieses Organs im Jahre 1878 verpflichtet. Er sagt, der Unterschied zwischen einem Stachel und einer Legeröhre liegt mehr in einer Verschiedenheit der Thätigkeit als in der Struktur.

Wenn wir Fig. 34 betrachten, so werden wir uns erinnern, daß der Stachel aus einem dunkelbraunen, hornartigen, chitinösen

Digitized by Google

Stücke, gewöhnlich Scheide genannt, besteht; *A* (weil man vorausſetzte, ſie enthalte wie eine Scheide zwei Spieße oder Lanzetten). Die Scheide iſt an ihrer Unterfläche geſpalten und ſpitzt ſich in eine klobige Schneide zu, welche aber außerordentlich dünn und

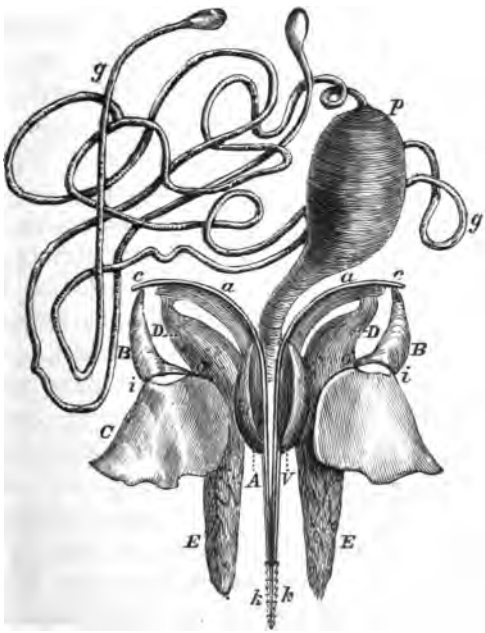


Fig. 34.

ſchneidend iſt. *B* Fig. 35 zeigt den oberen Teil (*A*) als eine vergrößerte Taſche, zuſammenziehbar bei *c*, ſich verkleinernd zur Spitze, wo ſich Zähne, Widerhaken, befinden, wie man ſie vergrößert bei *H b* Fig. 35 ſieht. Die Scheide iſt doppelt in ihrer ganzen Länge und der innere Raum mit Blut gefüllt. Die äußeren und inneren Wände ſind an den Rändern vereinigt und befinden ſich bei dem taſchenähnlichen Teile der Scheide in Nebeneinanderſtellung, wo ſie eine Ventilkammer bilden (*A*). Einen Querſchnitt

Digitized by Google

ſehen wir in *C* Fig. 35; er zeigt den Raum (*n*) zwiſchen den Wänden. An dem Punkte, wo man (*B c* Fig. 35) die Zuſammenziehung bemerkt, beginnt der Raum ſeine Geſtalt zu ändern (*D* Fig. 35), indem er ſich fortwährend verengt (*E*), bis ſich an der Spitze die beiden Wände vereinigen und eine feſte Schneide bilden (*H*).

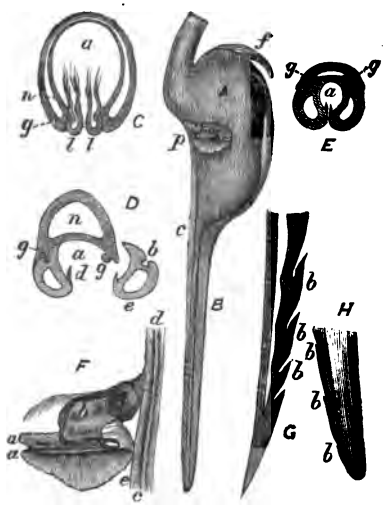


Fig. 35.

Man ſieht, daß der Raum *n* (*C* Fig. 35) keine Verbindung mit *a* hat, ſo daß das auf die Baſis der Scheide tretende Gift dem Kanale *a* (*D* und *E* Fig. 35) zwiſchen den Lanzetten (Stechborſten) folgt. Neben dem oberen Ende der Scheide befinden ſich zwei biegſame Arme, welche Bögen beſchreiben und die Führer tragen, an welchen die Stechborſten herabgleiten. Eine Spalte beginnt an dem unteren Teile der Ventilkammer, und, indem ſie die Form einer kleinen Rinne einnimmt, geht ſie bis an das Ende der Scheide fort. Die Stechborſten (Lanzetten) liegen in Verbindung mit dieſer Rinne; ihre mit bärtigen Widerhaken verſehenen Ränder (*k k* Fig. 34) gehen nach auswärts über die Seiten und folgen der ganzen Länge der Krümmung von *k* (Fig. 34) bis *c*, wo ſie mit den dreieckigen Stücken (*B B*) der zuſammengeſetzten Hebel, welche aus den dreieckigen Stücken, den ſogenannten Winkeln, *B* und *C* beſtehen, verbunden ſind. Der ganzen Scheide entlang gehen zwei T förmige Schienen, Führer (Hüllſchuppen, Analtaſter) *C D E g* Fig. 35, welche genau in ähnliche Rinnen paſſen wie die der Lanzetten oder Stechborſten, in welchen ſie entlang gleiten. Die Stechborſten

Digitized by Google

haben feine, scharfe Schneiden, welche an den äußeren Rändern, den Spitzen zu, mit zehn Widerhaken (*G b b b* Fig. 35) versehen sind und können über die Scheide hinaus hervorgestoßen und zurückgezogen werden, um die verursachte Wunde zu vertiefen.

Die Länge, bis zu welcher die Stechborsten hervorgestoßen werden können, mag begrenzt sein durch die Verdickung bei *p* (*B* Fig. 35), während die Scheide sich in das Fleisch senkt, wobei sie durch die Widerhaken (*b b H*) unterstützt wird. Sie dringt bis zum Punkte *c* unterhalb der vergrößerten Tasche *A*. Von *p* (*B* Fig. 35) bis zur Spitze sind die Stechborsten röhrenförmig, wie *e* (*D* Fig. 35) zeigt, liegen Seite bei Seite und bilden einen runden Kanal *a* (*D* und *E* Fig. 35) zwischen sich, durch welchen das Gift ausgespritzt wird.

Ein kleiner Kanal zieht sich von der mittleren Höhlung der Stechborsten in die feinen Widerhaken (*G b b b* Fig. 35), so daß das Gift nicht nur den runden Kanal und zwischen den Spitzen des Stachels herab, sondern auch durch den Kanal in den Stechborsten und zwischen den Widerhaken ausfließt.

Der Anhang *p* (*B* Fig. 35), der in einer vergrößerten Ansicht in *F* Fig. 35 gegeben ist, arbeitet wie ein Kolben oder Piston, um den Giftstrom durch den Kanal zwischen den Stechborsten zu treiben und wie ein Ventil, um den Strom zu regeln, was man am besten bei *C* Fig. 35 sehen kann. Es ist dies ein Querschnitt durch den Punkt, wo die beiden Stücke, welche dies Ventil bilden, befestigt sind und zeigt die Öffnung zwischen ihnen und der inneren Höhlung der Stechborsten, durch welche das Gift in dem Augenblicke eintritt, wo das Ventil den Kanal zwischen den Stechborsten durch das Einfallen in die Winkel der Scheide bei *c* (*B* Fig. 35) schließt. Die Ventile bestehen aus zwei halbrunden Stücken (*F a e*), die mit ihren schlaffen Kanten an den Stechborsten festsitzen, (*c d*), wobei die geraden Seiten sich nach oben richten und dick und chitinös sind. Diese Stücke werden durch eine stark gebogene Platte (*b*) zusammen verbunden, die sich von ihnen bis zur Befestigung mit den Stechborsten hinzieht.

Digitized by Google

Das Gift, welches in der Giftblase (*p* Fig. 34) enthalten ist und aus einer klaren Flüssigkeit bei den Arbeitsbienen besteht, fließt in die große Kammer der Scheide, von wo es vermittelst der Thätigkeit der Ventile durch die Kanäle in den Stechborsten, wie durch die Öffnungen zwischen den Widerhaken mit bedeutender Kraft in die Wunde getrieben wird.

Carlet (20) fand, daß die beiden Stechborsten gleichzeitig und auch nach einander können bewegt werden, aber in jedem Falle vermögen die Ventile, die wie ein Kolben (Piston) arbeiten, bei jedem Stoße einen Tropfen Gift auszustoßen und zu derselben Zeit wird ein frischer Zufluß der Flüssigkeit an der Basis erzeugt. Der Apparat arbeitet wie eine Spritze und durch seine zwei Kolben treibt er, à parachute, die Flüssigkeit, welche sich an der Basis findet, durch die Canula (Röhrchen) aus.

Den Hebelmechanismus, welcher die Biene in den Stand setzt, ihren Stachel gerade bis zur zwiebelartigen Verdickung mit so großer Kraft einzutreiben, wird man sich erklären können, wenn man sich Fig. 34 genauer ansieht. Die Stechborsten verbinden sich bei *c* mit den Hebeln *B*. Die Hebel *C* und *D* sind mit breiten Muskeln versehen, welche sich in Gruppen nach den unteren Segmenten des Hinterleibs hin erstrecken. Die Platte *D* ist durch ein Band mit dem gebogenen Arme darüber verbunden.

Bei der Zusammenziehung der Muskeln drehen sich die Hebel auf den Punkten *o*, und indem der gekrümmte Arm sich biegt und verkürzt, werden die Scheide und die daran sich befindenden Stechborsten (Lanzetten) hervorgestoßen. Bei einer Zusammenziehung der Muskeln *C*, die nur bei *o*, dem einzigen Punkte, wo sie mit *D* verbunden sind, sich drehen, wird der Punkt *i* gehoben und der Hebel *B*, welcher sich bei *o* dreht, kippt über und veranlaßt die Stechborste, welche an dem beweglichen Arm bei *c* gegliedert ist, der Rinne entlang nach *a* hinabzugleiten und ihre Spitze in die darunter befindliche Wunde zu stoßen.

Hyatt (71) sagt, wenn man die Biene veranlaßt, in ein weiches Stück Leder zu stechen, so bietet sich eine ausgezeichnete

Digitized by Google

Gelegenheit dar, gewisse Teile der Thätigkeit und des Mechanismus zu studieren, denn der ganze Apparat, die Giftdrüsen eingeschlossen, wird in bester Weise bloßgelegt, ohne daß die Biene anscheinend bei dem Verluste schwer beschädigt wird. Die Bewegungen, welche man leicht sehen kann, sind ohne Zweifel rückwirkende, indem sie für einige Zeit fortbestehen, nachdem das Organ vom Körper losgerissen ist, und dem Bienenzüchter wird es hierdurch klar werden, weshalb eine Biene, welche anscheinend schon einige Zeit tot ist, dennoch imstande ist zu stechen.

Die giftige Wirkung, welche sich bei der durch den Stachel verursachten Wunde kund giebt, ist einzig dem eingeführten Gifte zuzuschreiben, andernfalls würden wir ebenso wenig Schmerz empfinden als bei dem Einstoßen der Stechborste $^1/_{300}$ eines Zolles im Durchmesser bei einer Tiefe von $^1/_{50}$ Zoll.

Das Gift wird vom Blute durch die zellenförmigen Drüsen (*g* Fig. 34) ausgeschieden, welche mit der Giftblase (*p*) in Verbindung stehen. Sie beginnen mit einer einzigen Röhre, die sich später gabelartig teilt und für eine beträchtliche Länge sich zwischen den malpighischen Röhren und außerhalb des Chylusmagens wie zwei weiße röhrenförmige Fäden hinwinden und sich an den Enden erweitern. Diese Erweiterungen enthalten die Drüsen, welche das Sekret abgeben; sie schwitzen die Ameisensäure aus, woraus das Gift besteht, das, wie Girard (48) meint, wahrscheinlich auch noch eine andere giftige Beimischung enthält. Aus diesem Grunde wird als Gegenmittel Ammoniak, welches die Ameisensäure neutralisiert, verordnet. Obgleich die Ameisensäure giftig wirkt, wenn eine Biene die andere sticht, so hat doch Dennler gezeigt, daß eine gewisse Menge davon in den Magen der Biene eingeführt werden kann, ohne daß es schadet; er fand dies, indem er sie bei seinen Faulbrut-Heilversuchen dem Futter beimischte.

Girard (48) sagt, daß das Gift aus der Giftblase durch die Muskeln getrieben wird, welche den Stachel bewegen, zu gleicher Zeit einen Druck auf die Giftblase ausüben und so das Gift vorwärts treiben. Carlet (20) hat unlängst gefunden, daß die Gift-

Digitized by Google

blase keine muskulöse Anlage hat, nicht zusammenziehbar ist und keineswegs imstande ist, auf den Inhalt zu wirken, der demnach in der Weise herausgepumpt wird, wie wir bereits beschrieben haben.

Dem Stechapparate sind zwei Palpen oder Fühler angeheftet (*E E* Fig 34). Daß sie als Tastorgane dienen, ist klar, weil sie mit feinen Fühlhaaren versehen sind und immer zuerst hervorgestoßen werden, wenn ein Stich erfolgen soll, um sich der verwundbarsten Stelle beim Angriffe zu vergewissern. Das Gift einer Biene wird rissig beim Eintrocknen und erscheint wie Fig. 36, während man in ihm eine Anzahl von Ölkügelchen findet. Leuckart fand, daß dies Öl durch besondere Drüsen ausgeschwitzt werde (*u* Titelbild), und er sowohl wie Vogel (166) stellen fest, daß dies Öl, welches einen starken Geruch hat, dazu dient, den Stachel schlüpfrig zu machen und den Mechanismus besser arbeiten zu lassen.

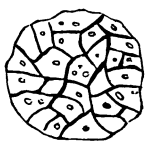


Fig. 36. Gift- und Ölkügelchen.

Carlet dagegen meint, daß der giftige Apparat stets durch zwei verschiedene Systeme von Drüsen gebildet wird, wovon die eine Drüse die starke Säure, die andere eine schwache alkalische Flüssigkeit absondert. Diese vereinigte Füssigkeit der beiden Systeme sei immer sauer, und da er fand, daß die Einimpfung des Produkts jeder einzelnen Drüse den Tod nicht herbeiführt, so sei es klar, sagt er, daß die Vereinigung der Säure mit dem alkalischen Sekret notwendig sei, damit das Gift den gefährlichen Erfolg habe.

Der Stachel der Königin ist seiner Struktur nach dem der Arbeiterin ähnlich, nur ist er gekrümmt und von größerer Länge, dann hat er von 3 bis zu 5 sehr kleine Widerhaken. Dewitz (30), Vogel (166) und andere haben hervorgehoben, daß der Stachel der Königin nicht blos analog der Legeröhre (Ovipositor), sondern thatsächlich auch zu gleichem Zwecke von der Königin benutzt wird. (Siehe Grimshaw B. B. J. 1888, Seite 514.)

Ihren Stachel gebraucht die Königin gegen ihre Rivalin,

Digitized by Google

und die meisten Schriftsteller sind darüber einig, daß sie für gewöhnlich keinen Menschen sticht, obwohl wir selbst einstmals Gelegenheit hatten die Erfahrung zu machen, daß sie es recht gut kann und dabei imstande ist, den Stachel besser aus der Wunde zu entfernen als eine Arbeitsbiene. Dies bewirkt sie durch Drehung um sich selbst und indem sie den Stachel eine spiralförmige Bewegung machen läßt, ähnlich der eines Korkziehers beim Herausziehen aus dem Korke. Wenn ihr Zeit gelassen wird, so kann auch die Arbeitsbiene ihren Stachel in derselben Weise aus der Wunde ziehen, obwohl sie gewöhnlich sowohl den Stachel wie die Giftblase, die Drüsen und den untersten Teil des Hinterleibes in ihrer Eile fortzukommen verliert.

Die Königin gebraucht ihren Stachel nicht leichtfertig, vermutlich im Bewußtsein der Wichtigkeit ihres Lebens für das Gemeinwesen.

Die Giftblase der Königin enthält nur eine dicke, milchige Substanz, die sehr verschieden von dem flüssigen Inhalte der Giftblase der Arbeiterin ist. Die Drohnen haben überhaupt keinen Stachel.

Digitized by Google

Kapitel XIV.

Stimmorgane.

Verschiedenheit der Töne. — Stimme. — Hervorgebrachte Töne. — Flügelschläge. — Summen und Brummen. — Epiglottis (Kehldeckel). — Stigmatischer Vorhof (Vestibulum). — Vokal-Membrane. — Verschluß-Sehne und Muskel. — Steigbügel. — Beschreibung der Stimme.

Jeder Bienenzüchter weiß, daß die Biene imstande ist, gewisse Töne hervorzubringen, und zwar nicht bloß im Fluge, sondern auch zu anderer Zeit. Wer hat sie nicht bemerkt, jene eigentümliche Musik beim Schwärmen, oder das Zischen einer ärgerlichen Biene, welche die Absicht zu stechen hat?

Die Verschiedenheit der Töne einer Biene, die sie infolge des Ausdrucks von Vorgängen, Furcht oder Ärger hervorbringt, ist der Aufmerksamkeit des großen John Hunter (69) nicht entgangen.

„Den Bienen, sagt er, wird eine Stimme zugeschrieben. Sie sind ganz gewiß imstande, verschiedene Töne hervorzubringen. Sie geben beim Fliegen einen Ton von sich, der je nach den Umständen verschieden ist. Wer mit Bienen vertraut ist, weiß augenblicklich an dem Tone, ob eine Biene einen Angriff beabsichtigt, denn dieser Ton ist ganz verschieden von dem, welcher durch die Flügelbewegungen einer Biene hervorgebracht wird, welche an einem schönen Abende mit einer Ladung Pollen oder Honig heimkehrt; denn das, was man hört, bildet einen sanften, friedlichen Ton. Ebenso sieht man die Bienen im Flugloche, wo sie ihren Körper heben und die Flügel bewegen, Töne von sich geben".

Die Drohnen kann man von den Arbeitern und der Königin durch den Unterschied der hervorgebrachten Töne unterscheiden.

Digitized by Google

Man wird zugeben, daß die Töne sich ebenso von einander unterscheiden als sie zahlreich sind, wir wollen daher versuchen zu zeigen, wie sie hervorgebracht werden.

Die Stimmorgane der Insekten sind erforscht worden von Swammerdam (158), Réaumur (139), Hunter (69), Charbrier und Burmeister (17); indes am meisten verpflichtet sind wir für das, was wir in dieser Beziehung wissen: Landois (88) und Marey (107), welche die sorgfältigsten Versuche, die uns bekannt geworden sind, anstellten.

Charbrier, Burmeister und Landois unterscheiden drei Arten der Töne, welche die Bienen hervorbringen und zwar solche, die entstehen: 1. durch die Schwingungen der Flügel, 2. viel schärfere durch die Vibrationen der Hinterleibsringe, 3. die feinsten und stärksten durch die Thätigkeit wirklicher Vokalapparate, welche sich in den Luftlochöffnungen befinden.

Landois (88) beschreibt die durch die Flügelschläge hervorgebrachten Töne. Die Flügel bringen einen Ton hervor, der von einer Anzahl von Schwingungen abhängt, die bei dem einen Geschöpfe gegenüber einem anderen je nach der Größe des Flügels variieren. Landois fand, daß dieser Flügelton der Biene bei starkem Fluge durch 440 Schwingungen hervorgebracht wird, bis zu a im Diskant und heruntergehend bis e oder 330 Schwingungen, wenn ermüdet. Königin und Drohne bringen andere Töne hervor, weil ihre Flügel länger sind.

Marey (107) maß 1868 die Flügelschwingungen durch die graphische Methode, die wir Seite 37 beschrieben haben, und fand 190; indes solche Versuche sind wegen ihrer schwierigen Ausführung sehr ungenau. Wenn die Flügelschwingungen bis zu 190 vermindert werden, so ist der hervorgebrachte Ton über eine Oktave tiefer als der Ton a.

Das Geräusch wird nicht blos durch die Flügel hervorgebracht, wie ein einfacher Versuch Girards (48) beweist. Wenn eine der größten Hummeln, z. B. Bombus terrestris, hortorum oder lapidarius in ein Kistchen gesperrt wird, so hört man ein lautes,

Digitized by Google

heftiges Summen, ein Zeichen des Ärgers oder der Furcht, selbst wenn die Flügel nur eine leichte zitternde Bewegung machen.

Die Flügel verursachen nur einen Laut und zwar den des Schwirrens, während das Summen durch einen Apparat hervorgebracht wird, welcher mit den Luftlöchern und Tracheen in Verbindung steht.

Die Luftlöcher, Stigmen, speziell studiert von Krancher (84) in der Verbindung, wie sie Fig. 37 darstellt, wo wir den Apparat abgebildet sehen, den Straus-Dürckheim (157) Epiglottis nennt, haben ihren Mechanismus unter der äußeren Haut verborgen. Die Öffnung der Luftröhre sieht man bei *g*; sie steht mit der Außenseite in Verbindung und ist mit Haaren bedeckt, um dem Staube den Zugang zu wehren. Die Öffnung führt zu einer Erweiterung beim Anfange der Trachee und unmittelbar hinter den Luftlöchern, genannt Luftröhren-Vorhof, der als Schallverstärker dient und eine wichtige Rolle auf diese Weise spielt. Eine gefaltete Membrane (*f*), welche Stimmband genannt wird, Lippen oder Vorhänge bildet und mehr oder weniger mit Falten oder Fransen versehen ist, befindet sich zwischen den Rändern der Luftlöcher (*g*) und dem Schallverstärker. Die Luft bewegt diese Membrane, wodurch, je nach der Spannung, ein Laut hervorgebracht wird. Am Ende dieser Vergrößerung findet sich ein Apparat zum Schließen der Trachee, der in Thätigkeit tritt durch die Zusammenziehung der Muskeln, welche ihn während der Atmung sowohl als auch der Hervorbringung der Töne bedienen. Wenn die Tracheen geschlossen werden, bleibt der Luftweg gegen die Außenseite hin gänzlich abgeschlossen, und während der Ausatmung kann der Luftstrom nach der Außenseite hin geregelt und veranlaßt werden, über die Kanten der Mem-

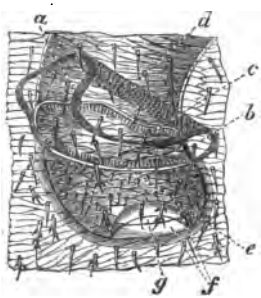


Fig. 37.
Luftloch (Stigma).

Digitized by Google

brane zu streichen, so daß dadurch verschiedene Töne entstehen, welche ziemlich denjenigen ähnlich sind, die der Jäger mit seinem Hifthorn hervorbringt, indem er durch die Lippen in das Mundstück seines Instruments bläst.

Der Mechanismus, wodurch das Schließen der Tracheen bewirkt wird, besteht aus einem doppelten Hebel, der aus zwei Verschlußkegeln (*a* und *b*) gebildet wird, die, verbunden durch eine Quermuskel, an den beiden Enden des Verschlußbandes *c* liegen. Diese Muskel, Verschlußmuskel genannt, erstreckt sich von *a* nach *b*. Bei einer Zusammenziehung veranlaßt sie sowohl wie das Verschlußband auf den Verschlußbügel *e* zu wirken, der die Trachee nach dem Willen des Insektes schließt.

Landois (88) fand, daß bei einer Verstopfung der Öffnungen der Luftlöcher (Stigmen) mit Wachs das Summen aufhört oder doch so schwach wird, daß es kaum zu hören ist. Der Grund hiervon ist leicht gefunden, wenn wir uns nur an die Struktur der Luftlöcher erinnern. Er ist der Ansicht, daß die Stigmen-Töne vorzugsweise in den großen Luftlöchern des Metathorax entstehen, daß aber gleichfalls diejenigen des Hinterleibes sie in der Hervorbringung der Töne unterstützen.

Baron v. Berlepsch (3), Dr. Pollmann (134) haben die verschiedenen von den Bienen hervorgebrachten Töne beschrieben und Stahala hat ihnen eine besondere Deutung untergelegt. Er sagt z. B., wenn man im Winter an einen Bienenstock klopft und ein lautes „Huumm" gehört wird, so ist dies ein Zeichen, daß die Bienen eine Königin und hinreichend Futter haben. Das laute „Dzi-dzi" hört man, wenn beides, Vorräte und Bienen, sich vermindern. Das laute „Dziiiii" hört man, wenn der Winter zu kalt ist. „Huuum" ertönt von weisellosen Stöcken im Winter wie im Sommer. Ein lautes „Wuh-wuh-wuh" hört man nur, wenn das Brüten seinen Fortgang nimmt, aber niemals, wenn der Stock weisellos ist oder eine unfruchtbare Königin hat. Wenn Wasser eingetragen wird, hört man ein lautes „Usiiir", während junge vorspielende Bienen ein lautes „Schu-u-a" äußeren und

Digitized by Google

ein abziehender Schwarm ein „Schiuſi“ hören läßt. Die normale Äußerung eines Schwarms iſt „Sſſſſſ“. „Brr=brr=brr wird gehört, wenn die Drohnen abgetrieben werden. Das „Tü=tü=tü“ kennt jeder Imker als den Ton einer eben ausgelaufenen jungen Königin, der als Antwort auf das „Qua=qua=qua“ der in ihrer Zelle noch eingeſchloſſenen Königin dient. Neben den genannten finden ſich noch einige Dutzend andere Töne, die in Farbe und Stärke von einander verſchieden ſind.

Digitized by Google

Kapitel XV.

Geruch-, Gehör- und unbekannte Organe.

Fühlhörner, Organe der Sinne. — Gefühl. — Struktur der Fühlhörner. — Ovale Vertiefungen und runde Grübchen. — Tasthaare. — Kegelförmige Haare. — Die Schiemenzschen Geruchvertiefungen. Hochentwickelt bei den Drohnen. — Die Hicksche Gehörhöhlung. — Geschmacksorgane der Oberlippe. — Unbekannte Organe. — Lippenpalpen. — Geschmackshöhlungen an der Zunge.

Das Vorhandensein des Geruchsinnes bei den Insekten ist niemals geleugnet worden. Die Bienenzüchter besitzen sogar vollständige Beweise, daß gerade bei den Bienen dieser Sinn hochentwickelt ist. Wir haben vorhin gesehen, daß die Bienen imstande sind, verschiedene Töne hervorzubringen, und infolge davon können wir annehmen, daß sie auch hören können.

Diejenige Frage nun, welche wiederholt besprochen worden ist und unsere leitenden Naturforscher in Verlegenheit gesetzt hat, ist: Wo finden sich bei den Insekten die Organe des Geruchs und des Gehörs? Es giebt vielleicht wenig Gegenstände, mit welchen sich die Forscher mehr beschäftigt haben. Die Fühlhörner sind anatomisch untersucht und beschrieben worden, und man ist dadurch zu der Überzeugung gekommen, daß sie ihrer Struktur nach ganz bestimmt Sinnesorgane sind. Das steht mit Sicherheit fest; aber nun handelt es sich darum, zu entscheiden, welcher Art sind die charakteristischen Merkmale, wodurch die Sinnesthätigkeit sich vollzieht? Haben wir es hier mit denen des Geruches, des Gehörs, des Gefühls einzeln oder mit allen zusammen genommen zu thun?

Daß die Fühlhörner die Organe des Gefühls sind, ist über alle Zweifel erhaben, aber ob dieser Sinn mit dem des Gehörs

Digitized by Google

oder Geruchs verbunden ist, oder ob sie äußere Eindrücke den Nervencentren in einer für uns unerklärlichen Weise zuführen, ist noch eine offene Frage; denn wie sorgfältig auch immer die Fühlhörner untersucht oder mit den bekannten Sinneswerkzeugen anderer Tiere verglichen worden sind, kein Physiologe ist bis jetzt imstande gewesen, mit unumstößlicher Gewißheit anzugeben, wo die Merkmale der Thätigkeit dieser Sinne sich ausgeprägt befinden.

Neben Burmeister (17), Newport (118) und anderen, welche sich damit beschäftigt haben, werden die Fühlhörner als Organe des Geruchs von Lefevre (92), Erichson (40), Perris (125), Hauser (61), Schiemenz (144) und Briant (11) betrachtet, während Braxton Hicks (64), Graber (54 und 55), Mayer (108), v. Berlepsch (3) und Vogel (166) sie als Organe des Gehörs ansehen.

Schiemenz (144) hat die Fühlhörner äußerst sorgfältig untersucht und genau beschrieben. Die Abbildung, Fig. 38, ist seinem Werke entnommen. Er sagt, jedes Fühlhorn kennzeichnet sich durch sechs verschiedene Gebilde, welche sich in ihrer Anordnung als außerordentlich regelmäßig zeigen. Wenn wir die Fühlhörner untersuchen, so werden wir finden, daß die ersten drei Glieder und die Endglieder des Flagellums (*b* Fig. 8) von einander und von den übrigen acht verschieden sind. Bei diesen ist die Rück- und Vorderseite ungleich; der Rücken ist nur mit gekrümmten Haaren besetzt und an der Vorderseite befinden sich nebenbei unter ihnen eine Anzahl ovaler Vertiefungen, welche zuerst von Erichson anatomisch beschrieben worden sind, und hier und da große gerade Haare haben. Ebenso befinden sich hier nahe dem unteren Teile an der Außenseite dieser Glieder Fleckchen von kleinen runden Grübchen.

Die Borsten am Schafte und jene, welche man zerstreut hier und da auf dem Rücken der anderen Glieder verteilt findet, sind gleich denen unter *B* (Fig. 38) und haben dieselbe Struktur als manche von jenen an anderen Teilen des Körpers. Die anderen Haare am Rücken des Flagellums sind ähnlich wie die unter *C* bezeichneten. Bei *A* Fig. 38, die einen Längendurchschnitt durch

Digitized by Google

eins der Glieder giebt, sehen wir eine Anzahl von kurzen Haaren (*a*). Sie sind locker in das Gerüst der Fühlhörner durch einen Ring gesetzt und stehen in Verbindung mit einer kernigen Endzelle (*D*). Es sind die Hauserschen Tasthaare, welche durch ihre

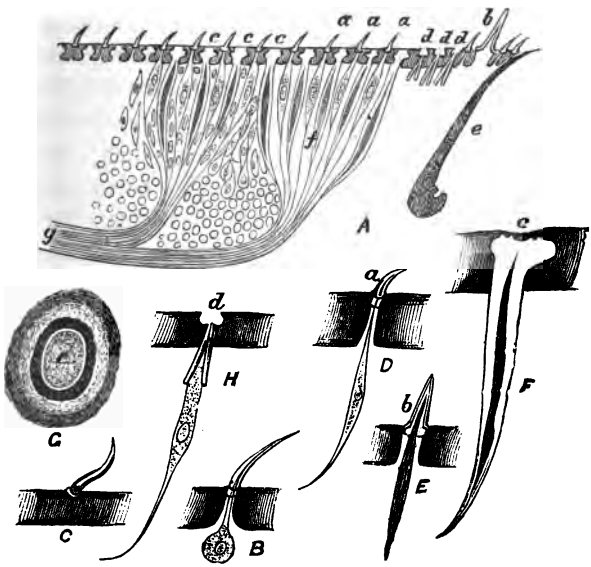


Fig. 38. Struktur der Fühlhörner.

Zahl die Fühlhörner zu sehr feinfühligen Tastwerkzeugen machen. Am meisten stehen sie an der Vorderseite. Hierneben finden sich kegelförmige Haare — Tastkegel — *b A*, welche nahezu am Ende eines jeden Gliedes stehen. Sie sind hohl und besitzen eine Nervenfaser (*E b*). Schiemenz hält sie für verwandelte Borsten, welche als Fühler dienen, um so mehr, als sie sich sehr reichlich an den äußersten Enden der Fühlhörner finden.

Zwischen den feinfühligen Haaren der Fühlhörner der Arbeiterinnen finden sich Gruben, bedeckt mit einer dünnen Schicht, welche an der Außenseite aufeinander folgende ovale Ringe auf-

Digitized by Google

weisen. *F* Fig. 38 zeigt einen vergrößerten Durchschnitt einer dieser Gruben. Die Erscheinung der Ringe wird durch die Verschiedenheit der Dicke der Chitinschichten hervorgebracht. Wenn man auf diese Eindrücke niederblickt, so erscheinen sie wie bei *G*. Diese Grübchen stehen in einem Winkel und in die Höhlung darunter (*c F*) geht eine Nervenendzelle. Schiemenz hält sie für Geruchsgrübchen und er findet wenig Unterschied in der Zahl bei einer Arbeitsbiene und der Königin, dahingegen aber sei ein großer Unterschied zwischen der Zahl der letzteren und die der Drohne. Während die Gruben jener beiden größer sind, entfernter von einander stehen und Fühlhaare zwischen sich haben, stehen die der Drohne so dicht neben einander, daß kaum Platz für die Fühlhaare bleibt, die daher infolge dessen nur hier und da einzeln und nur in größerer Anzahl am Schlußgliede sich finden. Außerdem sind sie viel kleiner, so daß die von ihnen bedeckte Fläche eine viel größere Anzahl enthält. Schiemenz sagt, dies sei so, wie man erwarten müsse, wenn man sie für die Organe des Geruchs halte, denn die Männchen hätten das Weibchen zu suchen und daher müßten ihre Fühlhörner auch vollkommener entwickelt sein.

Hauser (61) sagt, es sei ein unwandelbares Gesetz, daß die Männchen viel vollkommener entwickelte Fühlhörner als die Weibchen haben müßten, wenn diese nach ihrer Lebensgewohnheit an verborgenen und versteckten Orten sich aufhielten.

Wir haben noch die oben erwähnten kleinen Grübchen zu beschreiben, welche sich in Fleckchen von zehn oder mehr an dem unteren Teile der Glieder befinden. In Fig. 38 (*A d d d*) sieht man drei davon in einem Durchschnitte und in *H* eins vergrößert. Die Öffnung führt in eine größere Höhlung (*d H*), von derem Boden ein ausweitender Kanal ausgeht, und inwendig erhebt sich von der Basis desselben ein chitinöser Kegel, welcher nach und nach sich zu einem feinen Punkte unter der Öffnung verkleinert. In diese erstreckt sich eine kernige Nervenendzelle. Schiemenz fand eine größere Anzahl dieser Grübchen bei der Drohne als bei der Königin und Arbeitsbiene. Schiemenz und Hauser halten sie für

Digitized by Google

die Organe des Geruchs, während Hicks und Graber sie als solche betrachten, welche zur Gehörthätigkeit gehören. Hicks meint, es seien etwa 20000 Gruben und 200 von diesen Kegeln an jedem Fühlhorne.

Dr. Wolf (170) ist der Ansicht, daß sich die Geruchsorgane an einer ganz anderen Stelle befinden und zwar innerhalb des Mundes, wo vor dem Eingange in die Schlundhöhle am hinteren Rande des Gaumens eine Querfalte herabhängt, welche die Schlundhöhle verschließen oder öffnen kann. Diese Querfalte oder das Gaumensegel sei mit kleinen Grübchen mit Wärzchen (*b* Fig. 39) versehen, von welchen die Geruchsnerven ausgingen. Fig. 40 zeigt

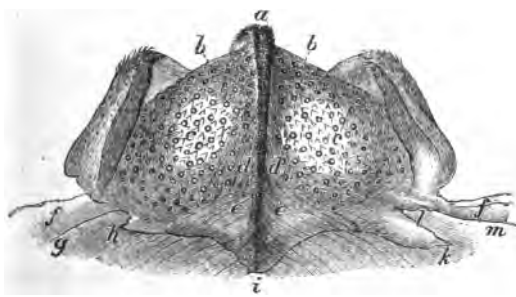


Fig. 39. Geschmacksorgane an der Oberlippe.

uns drei dieser Grübchen (*b*) vergrößert, wovon jedes ein Centralhaar (*a*), einen Chitinring und eine doppelte Nervenschwellung (*c*), welche in einer Nervenfaser endigt, hat.

Vogel (166) und Kräpelin (81) stimmen dieser Ansicht bei und halten diese Grübchen für die Geruchsorgane, dagegen die Vertiefungen der Fühlhörner für Gehörwerkzeuge, wir aber denken, daß die Ansicht, welche Sir J. Lubbock (102) und andere äußern, und wonach diese Organe mehr Geschmacks- als Geruchsorgane sind, die richtigere sei.

Die Nerven der verschiedenen Härchen und Grübchen an den Fühlhörnern schließen sich in Bündeln zusammen (*A g* Fig. 38)

Digitized by Google

und übertragen die Eindrücke von der Außenseite nach den Nervencentren.

Ob die Fühlhörner als Geruchs- oder Gehörorgane anzusehen sind, ist noch unentschieden, wenngleich wir glauben, daß das Gewicht der Augenscheinlichkeit dafür spricht, sie als zu den Gehörorganen gehörend zu betrachten.

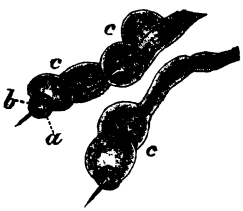


Fig. 40.
Die Wolffschen Riechbecken (Grübchen).

Porter (135) glaubt auf Grund seiner Versuche, daß die Fühlhörner nicht die Organe der sogenannten fünf Sinne oder eine Verbindung derselben sind, er ist vielmehr geneigt, der Ansicht Trouvelots beizupflichten, wonach sie die Organe eines Sinnes sind, den wir nicht besitzen. Daß dies möglich ist, dafür spricht die Annahme der meisten Naturforscher. Lubbock (101) sagt: „Es ist in der That nicht unmöglich, daß Insekten Sinne oder ein Empfindungsvermögen besitzen können, von welchen wir uns ebenso wenig einen Begriff zu machen vermögen, als die Menschen von der roten oder grünen Farbe, wenn sie blind wären. Das menschliche Ohr ist empfindlich für Vibrationen, die äußerlich an dasselbe herantreten, bis zu 38 000 in einer Sekunde. Die Vorstellung von rot wird hervorgebracht, wenn 470 Millionen mal Millionen von Schwingungen in einer ähnlichen Zeit in das Auge eindringen. Aber zwischen diesen Zahlen bringen die Vibrationen nur das Gefühl der Hitze hervor und wir haben kein besonders geeignetes Sinnesorgan dafür. Indessen es liegt in der Natur der Dinge kein Grund, warum dies bei gewissen Tieren auch der Fall sein sollte. Die zweifelhaften Organe, welche manche der niederen Formen besitzen, haben vielleicht Beziehung zu einem Empfinden, das wir nicht bemerken".

Es giebt sicherlich eine ganze Anzahl von Organen, welche noch nicht erforscht sind und deren Thätigkeit noch nicht bestimmt ist.

Digitized by Google

Unter diesen findet sich ein Organ, das von M. Nassanoff (172) beschrieben wurde. Bei der Zergliederung des Hinterleibes einer Biene fand er am sechsten Ringe einen kleinen Kanal (*A* Fig. 41), welcher sich am Rande der Rückenhälfte des Ringes entlang zieht und darüber durch den Rand des fünften Ringes bedeckt wird. Er erinnert daran, daß, wenn eine Biene gereizt wird, sie öfter den Hinterleib erhebt und die Spitze desselben in der Weise nach unten richtet, daß die letzten beiden Ringe auseinander gehen und einen weißen Streifen zeigen, der beide trennt. Es ist dies genau auf dem hintern Teile dieses Streifens, wo der Kanal sich findet, der sich in dem Raume zwischen den Ringen

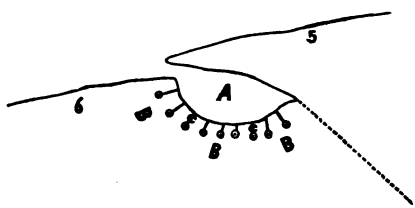


Fig. 41. Unbekannte Organe.

öffnet. Am Grunde dieses Kanals öffnen sich eine große Anzahl kleiner Drüsen, wovon jede eine längliche Zelle (*B*) mit genau begrenzten Kügelchen hat. Von jeder Zelle geht ein feiner Gang nach außen und erstreckt sich bis auf den Boden des Kanals. Die Wände dieser Gänge sind chitinös, ganz wie die äußere Bekleidung. Diesen Drüsen schreibt er eine absondernde Thätigkeit zu und Zoubareff (172) bringt sie in Verbindung mit den flüssigen Tropfen, welche die Bienen fallen lassen, wenn sie fliegen. Er sagt, daß, da der in den Zellen aufgespeicherte Honig viel weniger Wasser enthalte als die gesammelte Flüssigkeit, dies wahrscheinlich der abgeworfene Überfluß sei, welcher durch diese Drüsen abgesondert werde.

Dr. Braxton Hicks hat ebenso an der Basis der Unterlippe (Labium) auf Flecke von runden Vertiefungen hingewiesen, wie

Digitized by Google

auch auf andere, dicht am Ursprunge der Taster und ebenso jene zwischen den Haaren der Spitze der Lippentaster (*A c* Fig. 42), hat aber ihre Funktionen nicht bestimmt, nahm vielmehr an, daß sie vielleicht Ergänzungsorgane des Geschmacks seien.

Wolf (170) beschreibt gleichfalls kleine Vertiefungen neben der Zungenwurzel, die er als Geschmacksorgane (Fig. 43) betrachtet. Es finden sich etwa fünfundzwanzig dieser Vertiefungen an jeder Seite und unter jeder eine Nervenschwellnng, verbunden mit einem Endnerv. Ebenso befinden sich Geschmacksvertiefungen an der Zunge, die schon Seite 21 (*p p* Fig. 12) erwähnt worden sind.

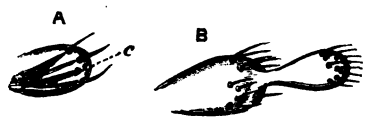


Fig. 42.
Sinnesorgane der Taster.

Der Gefühlsapparat, welchen wir beschrieben haben, ist nicht bloß aus den verschiedenen, bereits bezeichneten Teilen des Nervensystems zusammengesetzt, sondern die Nerven sind auch mit einer Kraft ausgerüstet, welche die äußeren Eindrücke nach dem

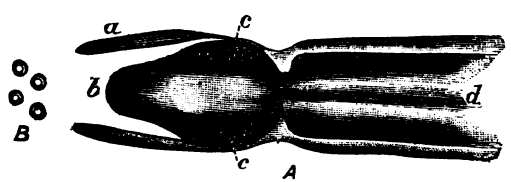


Fig. 43. Geschmackorgan der Zunge.

Gehirn überträgt, und endigen außerdem in ganz bestimmte Werkzeuge, welche die Eindrücke sammeln und das Gehirn in den Stand setzen, in Thätigkeit zu treten. Diese Werkzeuge werden deshalb Sinnesorgane genannt, und es ist ihre vermittelnde Kraft, welche bewirkt, daß die Eindrücke auf das Insekt wirken, aber sie sind für die Ausübung aller Fähigkeiten nicht unumgänglich notwendig.

Das feine Gefühl tritt dort ins Spiel, wo Nerven existieren,

Digitized by Google

und feinfühlende Haare findet man an verschiedenen Teilen des Körpers, aber es ist nun bei besonderen Sinnen, namentlich beim Geschmack, Geruch, Gehör und Gesicht, daß das zwischen den Nerven und der äußeren Welt vermittelnde Organ notwendig ist. Die ersten drei Sinne haben unsere Aufmerksamkeit in diesem Kapitel beschäftigt und es bleibt nur noch das Sehorgan übrig, welches wir im nächsten Kapitel beschreiben wollen.

Digitized by Google

Kapitel XVI.

Augen und Sehvermögen.

Das zusammengesetzte Auge. — Hornhaut (Cornea). — Sechseckige Facetten. — Ommateum. — Kristallartige Kegel. — Rhabdia. — Retinulæ. — Pigment. — Basilar-Membrane. — Opticon, Epiopticon und Periopticon. — Kreuzende Nervenfäserchen. — Zahl der Facetten. — Die größeren Drohnenaugen. — Mosaikähnliche Erscheinung. — Mikroskopisches Experiment. — Stemmata oder Ocelli. — Sehweite. — Gebrauch der Ocelli. — Drohnen mit weißen Augen.

Die Sehorgane bestehen aus einem Paar großen zusammengesetzten sogenannten Netzaugen (*d* Fig. 6) und den einfachen Augen, Stirnaugen oder Ocelli (*i* Fig. 6).

Wenn eins der zusammengesetzten Augen (Netz-, Neben- oder Seitenaugen) unter dem Mikroskope untersucht wird, so finden wir die äußere Schicht in eine Anzahl sechseckiger Facetten geteilt, welche konvex sind und die Cornea bilden. Zwischen den meisten Facetten findet man lange, gerade Haare (*h* Fig. 44), welche für die Augen Schutzmittel bilden, ähnlich wie die Augenlider, und zugleich als Empfindungsorgane dienen.

Jedes Insektenauge besteht aus verschiedenen Teilen und jeder Satz der Teile wird nach Carrière (21) und Hickson (67) Ommateum oder Ommatidium genannt.

Dr. Grenacher (57), welcher die zusammengesetzten Augen der Biene in seiner bewundernswürdigen Monographie beschrieben hat, giebt Abbildungen, welche wir in Fig. 45 und 46 wiedergeben und uns mit der von Lowne (99, 100) entnommenen Fig. 44 zum bessern Verständnis der Struktur dieses Organs dienen werden.

Jede Facette der Cornea (*c* Fig. 44 und 45) besteht aus einer doppelt konvexen chitinösen, vollkommen durchsichtigen Linse.

Digitized by Google

Hierunter liegt die kristallartige, konische Linse (*c c*), eingeschlossen von Pigmentzellen. Dieser kristallinische Kegel ist sorgfältig von Claparède (25) untersucht worden. Er entdeckte, daß der Kegel aus 4 bis 16 Original-, aber vollständig verbundenen Segmenten,

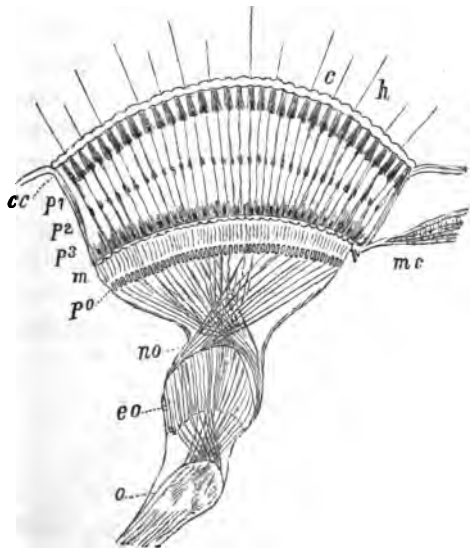


Fig. 44. Längsschnitt durch das zusammengesetzte Auge.

überdeckt von Zellen, welche unmittelbar hinter jeder Facette liegen, besteht, von welchen aber, wenn das Auge vollkommen entwickelt ist, nur die Kerne (*n* Fig. 45), bekannt als Sempers Kerne, schließlich überbleiben.

Grenacher (57) teilt die zusammengesetzten Augen der Insekten in drei Typen und diejenigen, welche echte kristallinische Kegel haben, wie die Augen der Biene, nennt er eucone Augen.

Unterhalb der Kegel liegt die Rhabdia (*r b* Fig. 45 u. 46), welche aus zarten, chitinösen Ruten besteht. Diese, der ganzen Länge nach mit einander verbunden, haben um sich herum die acht Retinulæ *r*, um welche Pigmentzellen plaziert sind, die eine

Digitized by Google

größere Dichtheit an den oberen, mittleren und unteren Teilen der Ruten besitzen (p^1 p^2 p^3 Fig. 44). Die Ruten durchbohren die Membrane der Basis (m Fig. 44), zwischen welcher und dem Gehirn drei Nervenschwellungen liegen, die Dr. Hickson (67) Opticon (o), Epiopticon ($e\,o$) und Periopticon ($p\,o$) nennt. Das Periopticon ($p\,o$) liegt unmittelbar hinter der Membrane der Basis und ist durch $e\,o$ (Epiopticon) vermittelst eines Bündels von langen Sehnerven-Fäserchen getrennt, die einander kreuzen, wie Fig. 44 bei $n\,o$ zeigt. Diese zweite Nervenschwellung ist von der nächsten o (Opticon) durch eine Verbindung von Nervenfäserchen, die sich teilweise durchkreuzen, und einigen wenigen zerstreuten

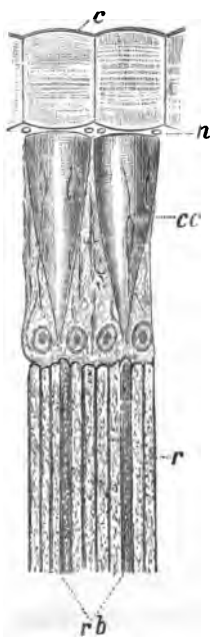


Fig. 45.
Längsschnitt durch einen Teil des Auges.

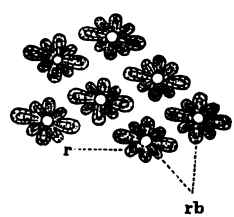


Fig. 46.
Querschnitt von Fig. 45 durch r.

Nervenzellen getrennt. Darüber hinaus befindet sich der Gehirnnerv, getrennt von o (Opticon) durch eine schmale Zusammenziehung, welche Berger (2) als die homologe des optischen Nerves anderer Insekten bezeichnet. Die drei Sehnerven zusammen mit den Gehirnnerven sind von einer Scheibe von sehr dicht gedrängten Nervenzellen umgeben, die Leydig (95) Punktsubstanzen nennt und

Digitized by Google

welche nach ihm aus dicht gedrängten Kernzellen bestehen, die mit einander zusammenhängen und zwischen sich feine Nervenfäserchen haben. Bei einer sich entwickelnden Biene sind die Zellen nicht so gedrängt aneinander gepackt als bei einer vollständig entwickelten und sind deshalb bei jener leichter zu unterscheiden. —

Das Opticon besteht aus einer sehr feinen körnigen Masse, durchweg mit feinem Netzwerk von sehr kleinen Fäserchen durchsponnen, welches Hickson Neurospongium nennt. Das Periopticon ist aus einer Anzahl cylindrischer Klümpchen des Neurospongiums zusammengesetzt, welche Seite an Seite liegen und in welche die Nervenfasern münden, die von dem Epiopticon ausgehen und in zwei oder drei Fäserchen geteilt sind. Diese teilen sich nochmals und bilden das Fasernetzwerk des Neurospongium. Die Nervenfäserchen dieser Bestandteile schließen sich den zahlreichen Nervenzellen an, welche dagegen die Fäserchen, die durch die Membrane der Basis gehen, in den Stand setzen, die Retinulæ zu bedienen, wie Grenacher gezeigt hat. Man findet hier zahlreiche Tracheen, die mehr oder weniger mit der Membrane der Basis parallel laufen und von dem Tracheenstamme hinter den Augen ausgehen und ebenso die Luftsäcke bedienen, welche sich zwischen der Ommatidia befinden.

Wir haben gesehen, daß die zusammengesetzten Augen in der That aus einer Anzahl separater Augen bestehen, die mit einander verbunden und nach verschiedenen Richtungen des Gesichtskreises hin gerichtet sind (Fig. 44), wodurch sie dem Insekte einen weiteren Gesichtskreis nach allen Seiten geben, als das bei einem einzelnen Auge möglich ist.

Die Zahl der Facetten in den zusammengesetzten Augen ist sehr verschieden. Die geringste Zahl bei den Arbeitsbienen giebt man auf 3500 an, wohingegen wir selbst so viel wie 5000 und nahezu so viel bei der Königin gefunden haben. Drohnen dagegen, welche, wie alle Männchen, die Weibchen suchen müssen, haben größere Augen und die Facetten, sagt Dr. Hicks (66), sind größer und zahlreicher, als jene der Arbeitsbienen und Königinnen.

Digitized by Google

Er behauptet ebenfalls, daß die sechseckige Gestalt sich infolge des Entwicklungsprozesses durch Anhäufung ausbildet. Als Beweis gilt ihm, daß die äußeren Linsen da, wo sie sich nicht in Verbindung mit anderen befinden, rund sind.

Der Leser wird natürlich fragen: Wenn so viele Augen vorhanden sind, wie kann da ein einziges ein getreues Bild der umgebenden Gegenstände durch diese Netzaugen der Biene hervorgebracht werden?

J. Müller (114) war der erste, welcher uns eine verständliche Erklärung darüber gegeben hat, wie die Insekten mit ihren zusammengesetzten Augen sehen. Er betrachtet ihre Augen als eine Serie von einfachen Augen und daß jene Lichtstrahlen, welche durch die Kristallkegel gehen oder von ihren Seiten zurück geworfen werden, die korrespondierende Nervenfaser erreichen. Die anderen werden durch das Pigment absorbiert. Kein optisches Bild wird wahrgenommen, da jede Facette nur das Bild des Objektes in der Front giebt und jede konische Linse nur von einem beschränkten Gesichtsfelde Licht erhält. Das von dem Insekt wahrgenommene Bild ist in der That ein mosaikartiges und gerade wie wir ein Muster in Mosaik aus zahlreichen eingelegten Stücken zusammengesetzt sehen, ebenso wird das Bild eines äußeren Gegenstandes, so setzt man voraus, durch die separaten Eindrücke der Lichtstrahlen hervorgebracht, welche von dem beleuchteten Punkte des gesehenen Gegenstandes ausgehen. Die Zahl der Punkte, welche mit der Zahl der Facetten korrespondieren, das Zusammenlaufen und die Verbindung dieser separaten Eindrücke bilden ein Bild so zu sagen durch das geistige Auge. Diese Theorie wurde von Gottsche (50) angegriffen, der behauptete, jede Cornea eines Netzauges gäbe ein separates und bestimmtes Bild. Leeuwenhoek (91) hat dies beobachtet und sagt:

„Wenn ich die Tunica cornea ein wenig vom Brennpunkte des Mikroskopes entfernte und ein Licht in eine kurze Entfernung stellte, so daß die Lichtstrahlen desselben durch die Tunica cornea gehen mußten, so sah ich durch diese die Flamme des Lichtes ver-

Digitized by Google

kehrt und nicht eine einzige, sondern einige Hunderte von Flammen erschienen mir, und zwar so bestimmt in wundervoller Klarheit, daß ich jede Bewegung des Erzitterns jeder einzelnen bemerken konnte.

Der Versuch ist leicht gemacht und auch in den meisten Büchern über Mikroskopie beschrieben worden. Das Auge einer Wasserjungfer eignet sich dazu am besten, wenn alles außer der Cornea beseitigt wird.

Es ist unmöglich für uns, auf alle die Streitschriften über diesen Gegenstand einzugehen; wir wollen nur noch hervorheben, daß, wenn der Versuch gemacht wird und die Kristallkegel in ihrer Stellung gelassen werden, das Gesichtsfeld vollkommen schwarz mit einem hellen Flecke am Ende eines jeden Kegels erscheint und man keine Spur von einem Bilde bemerkt, was beweist, daß das Leeuwenhoeksche Bild durch die Cornea allein geworfen wird. Lowne bekennt sich zu Müllers Theorie, welche diejenige ist, der jetzt allgemein gehuldigt wird.

Neben den Facettenaugen haben die Bienen an dem oberen Teile des Kopfes noch drei einfache Augen. Ihre Stellung bei den verschiedenen Geschlechtern ist in Kapitel IV (Fig. 7) beschrieben worden. Man nennt sie einfache, auch Stirnaugen, Stemmata oder Ocelli, aber es ist wohl nicht richtig, sie einfache Augen zu nennen, denn ihre Struktur, wie Leydig (95) behauptet, der sie besonders erforscht hat, gleicht sehr derjenigen der Netzaugen. Die Cornea ist sehr konvex und der Kristallkegel (konische Linse) paßt in eine becherförmige Vertiefung, hinter welcher man Strukturen findet, welche denen in den beschriebenen Netzaugen gleichen. Die Augen sind ähnlich und die Cornea und die konischen Linsen stehen separat, während die Ruten, welche getrennt bleiben, hier enger zusammen treten. Die Stirnaugen sind durch Nerven mit dem oberen Teil des Gehirns und den Windungen (den gestielten Körperchen Dujardins, Seite 60) verbunden. Jede Seite des Gehirns sendet Nerven zu dem einen an derselben Seite befindlichen Auge. Das mittlere Auge erhält seine Nerven von der rechten und linken Seite.

Digitized by Google

Welche Funktionen haben nun diese verschiedenen Augen zu verrichten? Unsere Kenntnisse in bezug auf das wirkliche Sehen der Bienen sind noch sehr unvollkommen, obwohl niemand ihre hoch entwickelte Sehkraft bezweifeln wird. Lowne schloß aus dem Winkel, den die Linsen der Netzaugen bilden, daß die Bienen in einer Entfernung von zwanzig Fuß Gegenstände im Durchmesser von einem halben bis zu einen Zoll unterscheiden können. Diese Augen sind daher für die Fernsicht nötig.

Was die Stirnaugen anbelangt, so meint Müller (114), daß hinsichtlich ihrer Struktur ihre Sehkraft auf die Wahrnehmung sehr naher Gegenstände beschränkt sei. Die einfachen Augen zeigen eine ähnliche Verwandtschaft zu den zusammengesetzten als die Palpen zu den Fühlhörnern. Beide, die Fühlhörner und Netzaugen, sagt er, fehlen den Larven.

Lowne sagt: „Ich vermute stark, daß die Funktion der Stirnaugen die Wahrnehmung der Stärke und die Richtung des Lichtes viel mehr als das Sehen nach der gewöhnlichen Annahme des Ausdrucks ist. Die allgemein angenommene Ansicht ist deshalb, daß die Stirnaugen für das Sehen in dunkeln Räumen und in der Nähe bestimmt sind, während die Seitenaugen dazu dienen, die Gegenstände in weiter Ferne zu sehen.

Daß Bienen die Fähigkeit besitzen, Farben zu unterscheiden, ist wohl kaum zu bezweifeln, obwohl wir nicht glauben, daß die Versuche Sir J. Lubbock (101) schließlich beweisen, daß die Bienen eine Vorliebe für irgend eine Farbe haben. Es wird dadurch nur einfach dargethan, wie sich Bienen an eine bestimmte Farbe gewöhnen können. G. Bonnier (9) hat gezeigt, daß, unter ganz gleichen Umständen, sie Blumen mit glänzenden Farben nicht mehr besuchen als die, welche weniger brillant sind.

Wir werden im Kapitel XXIII die Drohnen mit weißen Augen erwähnen. Diese ohne Pigment, lassen ihre Besitzer blind.

Digitized by Google

Kapitel XVII.

Verdauungsapparat.

Zweck der Verdauung. — Oesophagus. — Honigmagen. — Magenmund. — Sein Gebrauch und freiwillige Thätigkeit. — Muskeln. — Verlängerung. — Struktur des Chylusmagen. — Absonderungszellen (Sekretionszellen). — Magensaft. — Speisebrei. — Dünndarm und Dickdarm. — Malpighische Gefäße. — Magenzähne. — Chylus. — Rektaldrüsen.

Der Zweck der Verdauung ist, die nährenden Teile des Futters von den nichtnährenden zu trennen und die ersteren in eine Flüssigkeit zu verwandeln, welche sich passend mit dem Blute vermischt und so den Körper des Insekts ernährt. Dieser Vorgang vollzieht sich in einem Behälter, welcher von außen zugänglich ist, in welchen das Futter aufgenommen wird und von welchem die nichtnährenden Teile ausgeschieden werden.

Viele Schriftsteller haben das Verdauungssystem beschrieben, darunter Swammerdam (158), Treviranus (163, 164), Brandt und Ratzeburg, Dufour (32), Réaumur (139) und andere.

Es wird in vier Hauptteile eingeteilt. Der Oesophagus oder Schlund (*f* Titelblatt) geht durch die Brust und dehnt sich zu einer großen Erweiterung, den Honigmagen, Honigblase (*g*) aus, die wieder durch einen kurzen Hals mit dem Chylus- oder Speisemagen (*i*) verbunden ist und mit dem Dünndarm oder Ileum (*k*) und dem Dickdarm, genannt Rectum, zusammenhängt.

Das mit dem Munde aufgenommene Futter geht in den Schlund, der sich als eine enge Röhre durch die Brust zieht und sich, nachdem er in den Hinterleib tritt, zum Honigmagen erweitert, der als zeitweiliger Behälter zur Aufnahme des gesammelten Nektars dient. Von hier geht das Futter weiter, um durch den Einfluß der Magensäfte, ausgeschwitzt von den Drüsen des Chylus-

Digitized by Google

magens, verdaut oder je nach dem Willen der Biene als Honig aus dem Honigmagen in die Wachszellen erbrochen zu werden. Am Boden des Honigmagens befindet sich, was Burmeister (17) den Magenmund (*h*) genannt hat. Einige dachten, der Zweck dieser Vorrichtung sei dazu da, das zu schnelle Durchgehen des Futters in den Chylusmagen zu verhüten, andere hielten sie für einen Kropf; allein Schönfeld (147, 149) war es vorbehalten, die wahre Bestimmung des Organs zuerst zu entdecken, und infolgedessen gab Schiemenz (144) eine vollständige Beschreibung davon, welche er mit sorgfältig ausgeführten Abbildungen begleitete, die wir aus seinen Werken nachbildeten (Fig. 47 und 48).

Der Magenmund sieht aus wie eine kleine Erbse mit zwei gekreuzten Schlitzen am Kopfe und steht ein wenig an einer Seite in einer Ausbiegung des Honigmagens vor. Er ist von bräunlicher Farbe. Schönfeld empfiehlt, den Magenmund behufs Untersuchung unter dem Mikroskope von einer frisch getöteten Biene zu nehmen und in eine Auflösung von $^3/_4$ zu $^1/_2$ per cent Salz in Wasser zu legen. Man würde dann die Bewegungen der Lippen nahezu eine halbe Stunde beobachten können. Die Muskelbewegungen sind sehr interessant, denn die Lippen öffnen und schließen sich in rascher Aufeinanderfolge. Dies geschieht zwar unfreiwillig unter solchen Umständen, allein man erhält doch einen getreuen Begriff von der freiwilligen Thätigkeit des Magenmundes bei dem lebenden Insekt.

Bei einer Untersuchung der Lippen wird man finden, daß sie an der Innenseite chitinös und am Rande mit einer Reihe nach unten gerichteter Haare besetzt sind (*a* Fig. 47).

Sieht man auf das Organ herab, so erkennt man die Einrichtung der Lippen in dem Querschnitte durch die Mitte (Fig. 48). Fig. 47 ist ein Längsschnitt, der den engen Schlitz (*b*) zeigt, welcher mit dem Speisemagen in Verbindung steht. Fig. 48 zeigt diesen Schlitz in Kreuzform. Jede der Lippen ist dreieckig, mit einer Reihe von Haaren an dem oberen Rande. Die Kreuzöffnung in Fig. 48 nimmt nach und nach eine runde Form bei

Digitized by Google

der Erstreckung in den Hals an. Die Öffnungen an den Enden werden durch Klappen geschlossen. Eine starke mit Haaren (*d*) besetzte Membrane (*c* Fig. 47) bedeckt die Außenseite der Lippen und kann nach oben zusammengefaltet werden, wie die Abbildung zeigt. Der Magenmund ist mit verschiedenen Muskeln, den Längsmuskeln (*e* Fig 47 u. 48) und Ringmuskeln (*f* Fig. 47 u. 48) versehen.

Vermittelst dieser Muskeln

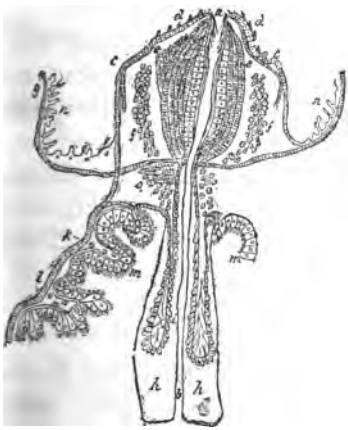


Fig. 47.
Längsschnitt durch den Magenmund.

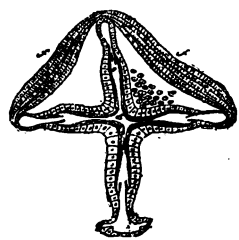


Fig. 48.
Querschnitt des Magenmundes.

können die Lippen, je nach dem Willen des Insekts, geöffnet oder geschlossen werden. Wenn die Biene Nektar sammelt und die Absicht hat, ihn in die Wachszellen zu gießen, so schließt sie durch diese Muskeln den Magenmund, bei welchem Vorgange die Klappen die Öffnungen schließen. Durch die Zusammenziehung der Muskeln des Honigmagens (*g* Fig. 47) wird der Nektar durch die Schlundröhre und den Mund nach außen befördert. Wenn die Biene wünscht, Honig und Pollen zu genießen, so werden die Lippen durch eine starke Längsmuskel (*f*) geöffnet, wodurch ein Trichter gebildet wird. Die äußere Membrane (*c*) mit ihren Haaren (*d*) stößt bei ihren fortwährenden Bewegungen die Pollenkörner gegen die Öffnung, wo sie mit dem Honige ihren Weg abwärts nehmen. Die nach unten gerichteten Haare (*a*) ver-

Digitized by Google

wehren dem Pollen den Rückweg, wenn die Lippen geschlossen sind (Schiemenz, 144).

Die Konstruktion des Magenmundes ist, wie Schönfeld sagt, derartig, daß sie die Biene befähigt zu essen und zu trinken, wann, wo und wie es ihr gefällt, ohne ihren Mund irgend wie zu bemühen. Wenn ein Schwarm den Stock verläßt, so nimmt jede Biene so viel Honig mit sich, als ihre Honigblase fassen kann, was mehr beträgt, als sie zu ihrer eigenen Ernährung bedarf und hinreicht, um Wachs zum Wabenbau zu erzeugen. Ferner reicht dieser Vorrat aus, wenn das Wetter das Einsammeln von Nahrung nach dem Abschwärmen nicht gestattet. Gerade der Magenmund ist es, der es ihr möglich macht, freiwillig den Verbrauch des mitgebrachten Vorrates zurückzuhalten. Selbst im Winter kann sie sich mit so viel Honig aus den Zellen versehen, der hinreicht, ihre Pflichten zu erfüllen und die nötige Wärme zu erzeugen.

Von dem Magenmunde geht eine Verlängerung in den Speisemagen (*h* Fig. 47), die einen Zapfen, ähnlich einer Röhre, bildet, und Kernzellen mit einer zarten Membrane, Zellschicht (*i*), enthält, welche sich über die letztere hinaus erstreckt. Sie fällt, sagt Schiemenz, indem sie wie ein Ventil thätig ist, an eine Seite, wenn das Futter nicht hindurchgehen soll, und schließt die Öffnung. Die Verlängerung ist in der Wirklichkeit eine Ausstülpung der Membrane des Speisemagens. Ihre wirkliche Verwendung wird im nächsten Kapitel, das über das Brutfutter handelt, erläutert werden.

Der Chylus- oder Speisemagen neigt sich auf sich selbst von rechts nach links und wird in regelmäßigen Zwischenräumen durch Ringmuskeln (*k* Fig. 47) und Längsmuskeln (*l*), die der ganzen Länge entlang laufen, zusammengezogen.

Der Speisemagen ist bekleidet mit einer inneren Membrane (Intima), mit einer Schicht Kernzellen (*m m*) von verschiedenen Formen, welche, wie Schiemenz glaubt, verschiedene Funktionen verrichten, wie z. B. die Ausschwitzung des Magensaftes

Digitized by Google

und Einsaugung. An der Außenseite ist eine äußere Membrane (Propria). Der Speisemagen erscheint bräunlich, veranlaßt durch die gewöhnlich in ihm vorhandenen Pollenkörner. Schiemenz schließt, daß der Zweck der Intima, welche ziemlich stark ist, sei, diese oder ihre Haut vor der unmittelbaren Berührung mit den sekretierenden Zellen zu bewahren, von welchen es schwer halten würde, sie zu separieren.

Durch die Einwirkung des durch die Magendrüsen erzeugten Magensaftes auf das Futter bei der Verdauung im Speisemagen wird dieses in Chymus, Speisebrei, verwandelt. Diese erste Verdauung nennt man Chymifikation (Bereitung des Speisebreies).

Die muskulösen Wandungen bewirken, daß ein Teil des nicht verwendeten Speisebreies in einen viel kleineren Darm getrieben wird. Am Anfange desselben befindet sich eine Anzahl von langen Röhren (*l* Titelblatt), welche sich in dem Darm öffnen und malpighische Gefäße heißen, die besonders von Schindler (145) erforscht und beschrieben worden sind. Er schreibt ihnen eine urinäre Thätigkeit zu. Die bekleidende Membrane ist hier mit Magenzähnen versehen, welche weiter dazu geeignet sind, die stärkeren Pollenteile zu zerkauen, welche der Auflösung durch den Magensaft entgangen sind.

Der Dünndarm krümmt sich um sich selbst (*k* Titelblatt) und, indem wir auf den Durchschnitt desselben (Fig. 49) hinweisen, wird man bemerken, daß er mit länglichen Zellenfurchen eingerichtet und die Intima mit abwärts gerichteten Haaren, die dem Ende zu nach und nach verschwinden, versehen ist. Hier finden sich keine Längsmuskeln, aber dem gegenüber sind die Ringmuskeln (*a*) sehr stark entwickelt. Eine starke Schließmuskel, nahe dem Speisemagen, bewirkt, daß dieses Ende des Darms geschlossen werden kann. In dem Darm wird die Verdauung beendet und das Futter weiter absorbiert, dessen Farbe hier viel dunkler ist als im Speisemagen. Der verdaute Teil des Futters ist als Futterbrei verbraucht, während der Rest in den nächsten Teil des Ernährungssystems übergeht. Am Ende des Dünndarms

Digitized by Google

findet sich eine Erweiterung. Dies ist der Dickdarm (*m* Titelblatt) Rectum oder Grimdarm, der eine mehr dunkelere Farbe von den in ihm sich befindenden Exkrementen hat. Nahe dem Anfange sieht man längliche Blättchen (*n* Titelblatt), die sogenannten Rektaldrüsen, von Chun (24) so genannt, weil er sie sorgfältig in seinem Memoir beschreibt. Sie sind gleichfalls beschrieben worden von Swammerdam, Burmeister, Dufour (Boutons charnus), Newport (der sie drüsenartige Portuberanzen nennt), Leuckart, v. Siebold und anderen.

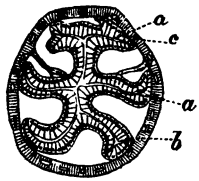


Fig. 49.
Durchschnitt durch den Dünndarm.

Die Drüsen stehen nach der inneren Seite vor und hängen mit der Intima zusammen. Sie sind aus Schichten säulenartiger Zellen gebildet, welche an der äußeren Fläche ein unregelmäßiges, sechseckiges Aussehen haben und sich gegen das Ende hin zuspitzen. Sie sind mit Nerven, Tracheen und Muskeln versehen.

Was im Dickdarm von unverdautem Futter sich vorfindet, wird durch die Kanalöffnung (*o* Titelblatt) ausgestoßen. Zu diesem Zwecke sind starke Muskeln vorhanden, durch welche der Dickdarm zusammengepreßt wird, um die Exkremente auszustoßen.

Die Quantität der Exkremente, welche ausgeschieden wird, ist gewöhnlich von einer dunkeln, braunen Farbe und richtet sich nach den Bestandteilen des Futters. Schlechter Honig, ein Honigsurrogat, z. B. Glukose, hinterläßt einen größeren Rückstand, während er bei gutem Honige und gutem Zucker ein weit geringerer ist, da eine gute Portion davon verdaut und aufgebraucht wird. Es ist daher sehr wichtig, den Bienen gutes Futter zu reichen, da die Arbeitsbienen niemals ihre Exkremente im Stocke abgeben, sondern im Fluge. Im Winter werden die Exkremente bis zum ersten Ausfluge zurückgehalten.

Die Exkremente der Drohne werden gleichfalls im Fluge ausgestoßen; sie sind nach der Natur des Futters von grauer

Digitized by Google

Farbe, dagegen sind die Abgänge der Königin, infolge der Fütterung mit Honig und Speisebrei, wie wir sehen werden, flüssig und von einer gelblichen Farbe. Wir haben es gesehen, wie die Königin ihre Exkremente im Stocke von sich giebt und wie sie von den Bienen aufgesogen werden, ganz wie Vogel (166) behauptet.

Digitized by Google

Kapitel XVIII.

Struktur der Drüsen.

Vier Drüsensysteme. — System I oder unter den Kinnladen befindliche Drüsen. — Schlundblättchen. — Acini. — Intracellular-Struktur. — System II oder unter der Zunge befindliche Drüsen. — Intercellular-Struktur. — System III. — Reservoir. — System IV. — Groß bei der Königin. — Funktionen der Drüsen. — Futter der Königin und Brutfutter. — Schönfelds Versuche. — Chylusfutter. — Wie der Speisemagen und die Schlundhöhle einander näher gebracht werden. — Chemische Analyse. — Veränderung des Futters. — Mikroskopische Untersuchungen.

Hinsichtlich der Drüsen der Bienen haben wir eine sehr vollständige Litteratur, da sie die Aufmerksamkeit zahlreicher Wissenschaftler auf sich zogen, welche von Zeit zu Zeit ihre Entdeckungen veröffentlicht haben. Die Speicheldrüsen der Honigbiene werden in verschiedene Systeme eingeteilt. Ein Paar ist entdeckt von Ramdohr (136) 1811 und zwei andere von Meckel (109) 1846. Es giebt zwei Systeme im Kopfe und eins in der Brust. Diese wurden weiter beobachtet von Leydig (96) 1859, von Siebold (154) 1872, von Holz (Bienenzeitung) 1877. Schließlich sind alle Systeme — wovon es vier giebt — vollkommen klar gelegt und von Schiemenz (144) 1883 beschrieben worden.

Wir werden jedes System für sich beschreiben und zwar nach Schiemenz und dann seine und anderer Wissenschaftler Ansichten über die Funktionen der Systeme und deren Bestimmung geben.

System I.

Dieses findet sich im Kopfe und wurden diese Drüsen von Meckel (136) die sub-maxillaren, d. h. die unter den Kinnbacken

Digitized by Google

liegenden, benannt. Dies System nimmt seinen Ausgang durch zwei runde Öffnungen an der hypo-pharyngealen Platte, dem sogenannten Schlundblättchen (*A B a* Fig. 50). Die Öffnungen führen zu Höhlungen *b*, bemerkt und beschrieben von Wolf (170)

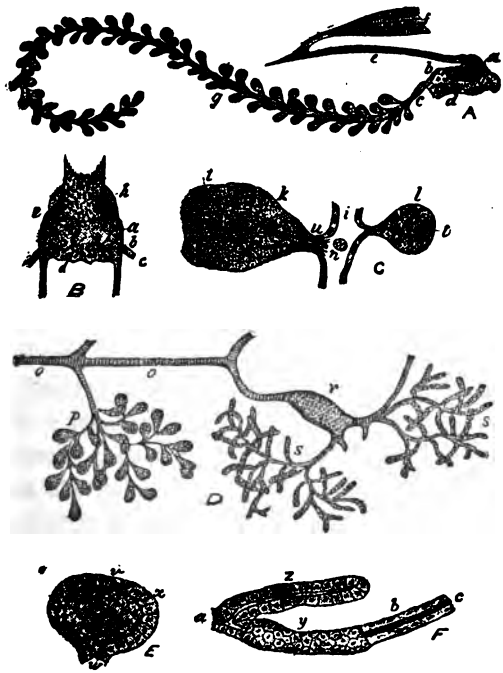


Fig. 50. Drüsen.

und Holz. Diese Höhlungen liegen in einer schrägen Richtung unter dem Schlundblättchen. An der unteren Seite haben sie ebenfalls kleine Öffnungen, welche direkt in die Gänge (*c*) der Drüsen (*g*) führen, die sich nach aufwärts krümmen und an jeder Seite des Kopfes um den Sehnerv winden. Der ganzen Länge entlang, indem sie den Gang bis zu seinem blinden Ende umgeben, befinden sich runde oder ungleich gestaltete schlauchähnliche kleine Körnchen,

Digitized by Google

genannt Acini, die das Wesen der Drüsen ausmachen und Zellen enthalten. Der Sammelkanal besteht aus einer starken, durchsichtigen Röhre, welche sich beträchtlich bei der Annäherung an die kniegeformte Öffnung verdickt, und ist von $^1/_{600}$ zu $^1/_{800}$ Zoll im Durchmesser stark. Die Zellen der Acini, die von der Membrane (Propria) umgeben sind und durch die das Blut fließt, erzeugen das Sekret.

Schiemenz (144) bezeichnet sie als intracellular und jeder Teil der Oberfläche jeder Zelle sei einsaugend. Das Sekret (Ausscheidung) wird durch Gänge von 0,002 mm im Durchmesser, welche in die Zellenwände eintreten, geführt. Diese Gänge oder kleinen Kanäle gehen, nachdem sie die Zellen verlassen haben, durch eine Röhre, wo sie durch eine siebähnliche Öffnung (*C n*) in den Hauptgang (*C i*) münden. Die Acini enthalten eine verschiedene Anzahl von Zellen (*C k*) und Schiemenz fand sogar einige mit nur einer Zelle (*C l*). Bei den jungen Bienen, den Ammen, sind sie sehr groß, gut gefüllt und gelbweiß, aber die Zellenwände, obwohl bemerkbar, sind unbestimmt. Bei älteren Arbeitsbienen sind die Acini stark zusammengeschrumpft, etwa maulbeerförmig, gelb, und die Zellgrenzen sind nicht zu erkennen. Die ganze Drüse ist von der äußeren Membrane (Propria) umgeben und ihr Sekret ist sauer.

Weder bei der Königin noch bei der Drohne ist diese Drüse entwickelt. Bei der letzteren findet sich nicht die leiseste Spur davon und das Schlundblättchen hat keine Durchlöcherungen. Bei der Königin sind die Durchlöcherungen dieser Platte sehr klein, sind nur Andeutungen. Bei einigen Königinnen scheint die Entwickelung nach dieser Richtung hin allerdings mehr entwickelt zu sein als bei anderen, denn Schiemenz fand bei drei Königinnen eine Grube, wo die Öffnungen an jeder Seite sein sollten, bei einer Königin befand sich jedoch diese Grube nur an einer Seite.

System II.

Dieses befindet sich ebenfalls im Haupte und wird von Meckel

Digitized by Google

(109) die unter der Zunge liegende Drüse (Glandula sub-lingualis) genannt. Dies System ist noch von mehr Forschern als das erste beschrieben worden, denn neben Meckel, Leydig und Siebold werden noch Rambohr (136), Treviranus (163), Dufour (32) und Fischer (44) erwähnt.

Der Gang, welcher das flüssige Sekret von dieser Drüse sowohl als der vom System III fortführt, hat seine Öffnung in der Zunge (*s* Fig. 23), geht dann durch das Kinn (Mentum), den Hals und die Brust, wo es in beiden Zweigen des Systems III ausläuft. Von diesem gemeinschaftlichen Gange (*D o* Fig. 50) zweigen sich die Drüsen des Systems II ab, bilden ein Kreuz mit ihm und laufen dann dem Rücken des Kopfes entlang von oben nach unten. Die Drüsen (*p*) sind unregelmäßig geformt und nehmen die Gestalt von Weintrauben an. Sie sind intercellular und einem Säckchen gleich, bekleidet mit einer einfachen Zellschicht und zwar so geordnet, daß jede Zelle eine verhältnismäßige breite Fläche der gewöhnlichen Höhlung (*E* Fig. 50) zugekehrt hat. Der Stoff, den sie erhält, kommt aus dem Blute von dem entgegengesetzten Ende neben der Propria.

Jedes Säckchen ist zusammengesetzt aus der Propria (*v*) der Kernzellenschicht und der Intima (*x*). Unter einem starken Vergrößerungsglase erscheint die Intima punktiert und zwar mit den Poren, durch welche, wie Schiemenz sagt, möglicherweise das Sekret in die Säckchen tritt. Wenn es den Sack verläßt, werden die verschiedenen Gänge faltig und gestreift, bis sie sich nach und nach zu tracheenähnlichen Röhren ausbilden.

Die Struktur dieser Drüse ist bei der Königin ähnlich, nur größer; die Zellschicht ist viel breiter und mehr entwickelt. Bei der Drohne besteht diese Drüse nur aus großen Klumpen dunkelgelber Fettzellen; es sind die verkümmerten Sekretionszellen.

System III.

Verfolgen wir den Hauptgang (beschrieben bei System II), so finden wir, daß er unter der Schlundhöhle in den vorderen

Digitized by Google

Teil der Brust tritt und sich nach jeder Seite hin verzweigt. Sehr bald erweitern sich diese Röhren in ein Reservoir (*D r* Fig. 50), welches wie ein Schlauch gestaltet ist, der an seinem äußersten Ende zwei Hauptäste hat, die nach entgegengesetzten Seiten führen. Der eine hiervon läuft auf die Schlundhöhle zu, während der andere eine Richtung nach der Front der Flügelmuskeln nimmt.

Die Spiralstruktur der Intima des Hauptganges verwandelt sich im Reservoir (*D r*) zu einer Membrane mit sternförmigen Eindrücken. Die Gänge, welche aus dem Reservoir leiten, haben ebenfalls eine spiralförmige Struktur und die Drüsen am Ende sind wurmförmig (*D s* Fig. 50), auch haben sie der Intima des Centralganges entlang ringförmige Einschnürungen, auf welchen sich eine Zellschicht befindet. Diese Zellschicht erstreckt sich sowohl über alle Gänge als auch über das Reservoir. Obwohl diese Zellschicht sehr dünn ist, so wird sie doch bei den wurmähnlichen Erweiterungen der Drüsen dicker, ist auch noch mehr entwickelt, und Kernzellen erscheinen, welche imstande sind, ein Sekret zu erzeugen, wohingegen jene, welche dem Reservoir zu liegen, diese Kraft verlieren. Über der zusammenhängenden Zellschicht findet sich ebenfalls eine Propria. Dies System ist auch intercellular und sehr ähnlich bei der Königin und Drohne. Bei diesen sind die Drüsen viel kleiner. Die Intima des kleineren Reservoirs bei der Drohne zeigt eine unregelmäßige Struktur, infolge der hier und da sich befindenden Falten, während sie bei der Königin nur die Spiralform der anderen Gänge hat, auch ist bei ihr das Reservoir selbst kleiner als das der Drohne; dasselbe erscheint nur als eine kleine Schwellung. Das Sekret des Systems III ist schwach alkalisch bis neutral.

System IV.

Dies System ist viel später von Wolf (170) und Graber als eine Riechschleimdrüse beschrieben worden. Schiemenz und andere indessen schreiben ihr eine verdauende Thätigkeit zu. Sie steht in Verbindung mit den Kiefern (Fig. 51), mit welchen je

Digitized by Google

eine Drüse zusammenhängt. Wenn man die Kiefer sorgfältig entfernt, so erblickt man diese Drüse als einen unregelmäßig geformten ovalen Schlauch (*f*), aus welchem im frischen Zustande eine intensivriechende, stark saure Flüssigkeit dringt. Der Schlauch ist mit der Kiefer durch eine kurze gekrümmte Röhre (*h*) verbunden, welche die Intima bildet. Diese Drüse ist, ihrem Typus nach, intracellular und ähnlich wie bei System I. Die Kanälchen, welche in Verbindung mit den Zellen stehen, haben jedes eine separate Öffnung in der Kiefer bei *h*. Obwohl stellenweise die Zellen sehr enge zusammen stehen, so haben sie doch zuzeiten Raum zwischen sich, wie jene von intercellularem Typus. Die Zellschicht (*d*), welche diese umgiebt, verschwindet in der Nähe der Krümmung.

Fig. 51.
Drüsen. System IV

Diese Drüse, obgleich groß bei der Arbeitsbiene, ist enorm stark bei der Königin; die Zellschicht ist viel mehr entwickelt und die Öffnungen der zahlreicheren Kanälchen stehen dichter beisammen und sind von Haaren umgeben. Bei der Drohne findet sich höchstens eine Spur von dieser Drüse; der Schlauch ist sehr klein, von verschiedener Struktur, und die Intima erscheint in Falten. Die Sekretionszellen fehlen gewöhnlich oder sie sind so zusammengeschrumpft, daß sie zur Sekretion unfähig sind. Schiemenz meint, daß das System II und ein Teil des Systems III von den Spinndrüsen der Larve herrühren, während andere neuerer Struktur sind. Die Spinndrüsen sollen im Kapitel über die Verwandlungen (Kapit. 22, Fig. 59) beschrieben werden.

Ergebnis.

Nachdem wir die Drüsen und das Verdauungssystem beschrieben haben, wollen wir nun ihre Funktionen zu studieren ver-

Digitized by Google

suchen. Die verschiedenen Funktionen, welche man den Drüsen zuschreibt, sind: die Hervorbringung eines Sekretes zur Unterstützung der Verdauung, die Umwandlung des Rohrzuckers des Nektars in Traubenzucker des Honigs (Planta), die Erzeugung des Wachses (Planta) und die Bereitung des Brutfutters, oder Königinfutters (Schiemenz). Dieser letzten Ansicht sind auch Dzierzon (39), Vogel und Hilbert. Schiemenz, welcher Leuckart folgt, kommt zu dem Schlusse, daß das System I das Futter für Königin und Larven hervorbringt; er bezeichnet dasselbe als am größten und thätigsten bei den jungen Arbeitsbienen, während er den Systemen II und IV eine verdauende Thätigkeit beilegt. Er faßt seine Ansicht in dem Folgenden zusammen:

„Der Futtersaft kommt nicht aus dem Chylusdarm, sondern ist das Sekret von Speicheldrüsen. Die vornehmste Betheiligung an seiner Produktion hat System I; doch können die andern Systeme nicht davon ohne Weiteres ausgeschlossen werden".

In bezug auf System IV hebt er hervor, daß gerade dieses bei der Königin ganz außerordentlich stark entwickelt sei, welche auf 100 Grammen Leibessubstanz 11 000 Gramme Eier in jedem Jahre produziere, folglich auch eine große Assimilationskraft haben müsse. Leuckart (93) entdeckte 1855, daß die Larve der Arbeitsbiene entwöhnt würde und nach dem dritten Tage Honig und unverdauten Pollen (ein Irrtum, wie wir gleich sehen werden) hinzugefügt bekäme, während die Larve der Königin dagegen der ganzen Dauer ihres Larvenzustandes hindurch ein und dasselbe Futter erhielte, welchem Umstande er die Entwickelung der Ovarien (Eierstöcke) zuschreibt. Hierin liegt, sagt er, der Unterschied zwischen dem gewöhnlichen Brutfutter und Futter für die Königin. Andererseits lehrte Dufour (32), daß das Brutfutter nur halb verdaut sei und im Chylusmagen bereitet würde, und Schönfeld (147) hat anatomisch und physiologisch dargethan, daß dies der Fall sei. Er bezeichnet es für unmöglich, daß die Biene eine Sekret in die Zellen erbrechen könne. Das System IV bringe den Speichel zu verschiedenen Zwecken hervor, als wie zur

Digitized by Google

Assimilation des Futters, Kauen des Pollens, Kneten des Wachses, Versäuren des Brutfutters, daß er nur in den Mund geführt werden könne, wenn die Biene kaue, und daß die anderen Drüsen das Schlüpfrigmachen und die Umwandlung des Rohrzuckers des Nektar in den Traubenzucker des Honigs bewirken. Infolge der Stellung der Drüsen an der Wurzel der Zunge sei es unmöglich für die Biene, das Sekret weder in eine Arbeiterzelle, noch in die herabhängende Weiselzelle zu ergießen. Ferner, durch praktische Versuche fand er, daß, wenn er unverdauliche Substanzen dem beimischte, womit er die Bienen fütterte, diese Substanzen stets in dem Larvenfutter wieder erschienen, selbst innerhalb sechs Stunden, was bewies, daß dieses Futter nichts anderes als Chylus und kein Sekret sein konnte. Denn wenn es ein Sekret gewesen wäre, so hätten die unverdaulichen Beimischungen in einer Drüsenabsonderung nicht wieder zum Vorschein kommen können, da sie nicht imstande sind, durch die Wände des Magens zu dringen, und *somit* hätten sie sich auch in dem Larvenfutter nicht wieder vorgefunden. Deshalb kommt Schönfeld zu dem Schlusse, daß das Brutfutter, wie das der Königin, von Dzierzon (38) Milchsaft genannt, im Chylusmagen bereitet wird und reiner Speisebrei ist. Das verdaute Futter passiert teilweise durch den Magen in den Hinterleib und bildet Blut, aber wenn es die Biene zu Brutfutter benötigt, so zieht sie mittelst Quermuskeln (*k* Fig. 47) den Magen zusammen und ergießt es durch den Honigmagen in die Schlundhöhle, woselbst ihm ein Sekret vom System I beigemischt wird, und darauf in die Zellen. Schiemenz schreibt dem Zapfen (*h* Fig. 47) im Chylusmagen die Funktion eines Ventils zu, allein Schönfeld hat klargelegt, daß er eine andere Verwendung hat. Er fand, daß der Zapfen eine Ausstülpung der Membrane ist, und am Boden des Honigmagens ein Mund sich öffnet und schließt, je nach dem Willen des Insektes. Wenn die Biene sich veranlaßt findet, das Chylusfutter vom Chylusmagen in die Zellen zu gießen, so drängt sie den Magenmund gegen die Schlundhöhle, wie man *B c* Fig. 52 sieht, und die Ver-

Digitized by Google

längerung stülpt sich aus, so daß der Chylusmagen der Schlundhöhle nahe kommt und damit eine direkte Verbindung von *d* zu *a* hergestellt wird, durch welche das Futter infolge des Muskeldrucks des Chylusmagens getrieben wird. Die Möglichkeit dieses Vorganges hat Schönfeld praktisch demonstriert und gezeigt, daß die Ausstülpung gerade in der rechten Länge zu diesem Zwecke stattfindet. Diese Frage ist aber auch noch weiter gelöst worden und Schönfelds Ansicht, daß das Brutfutter kein Sekret ist, hat ihre Bestätigung durch die chemische Analyse des Dr. Planta (132, 133) gefunden. Derselbe wies nach, daß das Futter nicht allein bei den verschiedenen Larven, sondern auch in den verschiedenen Stadien der Entwickelung ein anderes ist. Planta fand, wie Leuckart 1855 angiebt, daß die Larven der Königinnen mit ein und demselben Futter während der ganzen Zeit ihrer Existenz in Hülle und Fülle gefüttert würden und zwar mit Chylus. Die Larven der Arbeitsbienen im Gegenteil erhielten in den ersten drei Tagen ähnliches Futter, am vierten aber träte ein Wechsel ein, die Larven würden entwöhnt von diesem Futter, denn dem ersten jetzt gereichten Brei werde eine größere Quantität Honig beigemischt, aber kein unverdauter Pollen, wie Leuckart annahm. Die Larve der Drohne würde gleichfalls entwöhnt, aber in anderer Weise, denn der Beimengung von Honig werde nach dem vierten Toge auch noch eine Quantität unverdauten Pollens beigefügt.

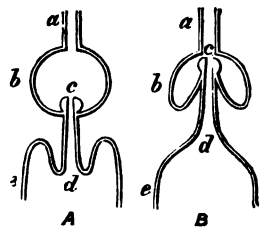


Fig. 52.
Abriß des Magenmundes und des Zapfens.

In der folgenden Tabelle finden wir die soliden Bestandteile des Futters in den verschiedenen Perioden nach Procenten angegeben.

Digitized by Google

	Eiweißkörper	Fett	Zucker
Königin	40,62	13,55	20,39
Drohnen			
unter vier Tagen . . .	55,91	11,90	9,57
über „ „ . . .	31,67	4,74	38,49
Mittel	43,79	8,32	24,03
Arbeitsbienen			
unter vier Tagen . . .	53,38	8,38	18,09
über „ „ . . .	27,87	3,69	44,93
Mittel	40,62	6,03	31,51

Mikroskopische Untersuchungen haben ergeben, daß sich bei den Königin- wie Arbeiterlarven kein unverdauter Pollen findet, während man bei den Drohnenlarven nach dem vierten Tage eine große Anzahl Pollenkörner antrifft. In einem Milligramm Futterbrei wurden nicht weniger als 15000 Körner gezählt, welche von einer Anzahl verschiedener Pflanzen herrührten. Obwohl Speichel von den Drüsen (besonders von System I) dem Futter höchst wahrscheinlich beigefügt wird, so kann dieses, schon wegen der großen Verschiedenheit der Beschaffenheit desselben, kein reines Sekret sein, wie Schiemenz behauptet. Diese Arbeit des Dr. Planta beweist, so denken wir, daß das Futter kein Sekret ist, und die Ammen die Befähigung haben, seine Bestandteile, je nachdem das für die verschiedenen Bienen erforderlich ist, zu verändern.

Es ist leicht zu erklären, wie frühere Forscher sich geirrt haben. Wenn all das Futter, welches man von Arbeiter- und Drohnenzellen über vier Tage alt nimmt, gemischt wird, so wird man ohne Zweifel Pollen finden und das ists, was Leuckart und solche, die ihm folgten, irre führte. Dr. Planta ist der erste, der eine separate Analyse des Futters von verschiedenen Tagen und von verschiedenen Bienen gemacht hat und er ist deshalb auch der erste, der durch seine Versuche Schönfelds Ansicht bestätigt.

Digitized by Google

Königliches Futter ist deshalb Futtersaft oder Chylus und dies wird höchst wahrscheinlich das Futter sein, das der Königin von den Bienen gereicht wird. Schönfeld (148) hat auch wiederholt gezeigt, daß die Drohnen gleichfalls dieses Futters, das ihnen die Arbeiterinnen reichen, bedürfen und daß sie, wenn es ihnen nicht gereicht wird, bei aller sonstigen Fülle von Honig, nach drei Tagen starben. Dieses, meint er, ist die Ursache, weshalb die Drohnen oft in so ruhiger Weise am Ende der Trachtzeit sterben.

Es wird nun leicht zu verstehen sein, daß, wenn die Entwöhnung der Arbeiterlarven nicht zur richtigen Zeit eintritt und diese über dieselbe hinaus mit dem ersten Futter versorgt werden, bei ihnen leicht eine stärkere Entwickelung der Eierstöcke eintreten und so Veranlassung zu eierlegenden Arbeitsbienen geben kann, ebenso wie das mehr nährende Futter, das während des ganzen Larvenzustandes den Königinlarven gereicht wird, die Ovarien derselben entwickelt, ja es ist sogar möglich, daß solches Futter, einzelnen Bienen in der Abwesenheit einer Königin gereicht, denselben Erfolg haben kann. Dies ist dann die Wirkung des königlichen Futterbreis und des Brutfutters.

Wir wollen hier noch bemerken, daß, wenn die Zunge zurückgezogen wird, die Öffnung von System II und III geschlossen und die von System I geöffnet ist. Das ist gerade die rechte Lage, das Sekret dem hervorgetriebenen Chylus beizumischen. Nur wenn die Zunge herausgestreckt wird, wie beim Aufsaugen, ist die Öffnung des Systems II und III geöffnet, und dies ist wieder die richtige Lage, dem Nektar, indem er in den Honigmagen aufgesogen wird, das Sekret beizumischen.

v. Berlepsch (3), welcher diese Drüsen beschreibt, wie auch Holz (Bienenzeitung), halten die Ansicht fest, daß dem Chylusfutter ein Sekret von System I beigemischt wird.

Digitized by Google

Kapitel XIX.

Organe der Drohnen.

Beschreibung der Organe. — Samenleiter. — Samenblasen. — Samenröhren. — Struktur der Samenfädchen. — Schleimdrüsen. — Linse. — Armor copulatrix. — Spermatophore. — Pneumophyses (Luftgefäße). — Austreibung der Spermatophore. — Umstülpung der Organe. — Zapfen. — Die Befruchtung der Königin vollzieht sich nur im Fluge. — Tod der Drohne. — Warum so viele Drohnen erbrütet werden. — Auswahl der besten. — Abtreibung der Drohnen.

Wir haben bereits auf Seite 7 erwähnt, daß die Drohne nur während der Sommerzeit erforderlich ist und die einzige Funktion zu erfüllen hat, die Königin zu befruchten.

Die Geschlechtsorgane sind mehr als alle anderen von Naturforschern beschrieben worden, von welchen wir erwähnen: Swammerdam (158), Réaumur (139), Huber (68), Vogel (166) und Girard (48). Wir werden der Hauptsache nach Girard und Vogels Beschreibungen folgen.

Bezug nehmend auf Fig. 53 wird man sehen, daß diese Organe aus zwei Hoden (*a a*), zwei Röhren, Samenleitern (Vasa deferentia), zwei Samenblasen (Vesiculæ seminales), zwei großen Schleimdrüsen (*b b*), dem Samenausführungsgange (Ductus ejaculatorius) und dem Zeugungsorgan, der Rute bestehen. Die Hoden (*a a*) sind weiße, längliche leicht abgeplattete Drüsen, viel kleiner bei den ausgewachsenen Tieren als die Eierstöcke der Königin. Sie liegen im Hinterleibe an der Rückenseite an jeder Seite der Verdauungsorgane. Sie bestehen aus Samenröhren, etwa 300, welche sich in die Samenleiter, die Gänge dicht darunter, öffnen. In der Puppe der Drohne haben die Hoden die größte Entwickelung, so daß sie in dieser Periode nahezu den Eierstöcken der

Digitized by Google

Königin gleichkommen. Diese Kanäle sind mit reifen Samenröhren und faserigen Samenfäden (*f*) mit lebhaften schlängelnden Bewegungen ausgestattet, welche Girard (48) mit einem Felde Korn in zitternder Bewegung bei einem leichten Winde vergleicht. Girard sagt, bei den ausgewachsenen Drohnen seien die meisten Samenfäden in die

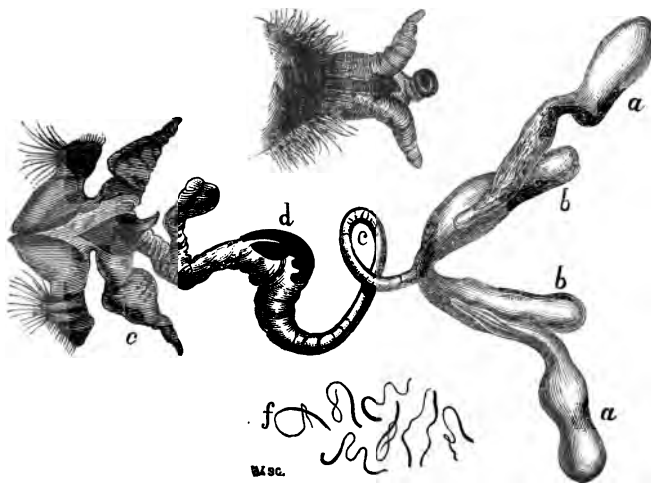


Fig. 53. Organe der Drohne.

Samenblasen übergegangen und die Hoden erschienen zusammengesunken und abgeflacht; ihre Membranen (Häutchen) seien von zahlreichen Luftröhren durchschnitten.

Der Samenfaden ist hinsichtlich seines Baues eine Zelle und unterscheidet sich vom Ei der Königin in hervorragender Weise. Während im Ei eine Zellsubstanz und ein Kern sich befindet, ist im Samenfädchen die Zellsubstanz auf ein Minimum gesunken. Geddes (45) sagt, er sei von einem bestimmten Typus und habe einen kleinen „Kopf", der gänzlich aus einem Kern und einem zusammenziehbaren Schwanz bestehe, welcher ähnlich wie eine Schraube im Wasser arbeite und den wirklichen Kopf durch die

Digitized by Google

Samenflüssigkeit oder die Kanäle treibe. An Gestalt gleicht er so etwas der Rohrkolbe, Binse genannt.

Die Samenleiter sind kleine Röhren, welche nach verschiedenen spiralförmigen Windungen mit den Samenblasen verbunden sind und an ihrem schmalsten Ende mit den Schleimsäcken zusammenhängen (*b b*). Diese schwitzen eine gallertartige Flüssigkeit aus, welche härtet und den Samenfäden eine absolute Festigkeit verleiht. Die Samenblasen am Eingange der Schleimsäcke vereinigen sich mit dem Samenausführungsgange (Ductus ejaculatorius) *c*, welcher mit gut entwickelten Muskelwänden versehen ist, die bei der Weiterbeförderung der Samenfäden thätig sind. Der abgerundete fleischige, weiße Körper *d*, Bohne, Penis-zwiebel oder Linse genannt, ist durch zwei halbmondförmige und zwei triangulare Schuppen vereinigt, von welchen Girard behauptet, sie seien die Überbleibsel der geschlechtlichen Ausrüstung (Armor copulatrix) der Hauptflügler. Die Penis-zwiebel und die übrigbleibenden Teile sind von häutigen Bedeckungen umgeben. Unter der Zwiebel finden sich fünf oder sechs braune Erhöhungen. Es sind das gekrümmte Vorsprünge, Tuberkeln, die mit steifen Haaren besetzt sind, welche das Zurückziehen aus der Vagina verhindern und das Abreißen des Organs fördern. Die Samenfäden werden in die Zwiebel getrieben, welche sie füllen. Ihr Inhalt heißt nun Spermatophore, Samenpatrone. Unter den Vorsprüngen befinden sich zwei häutige Säcke (*e*), welche Hörnchen bilden und mehr oder weniger mit Luft gefüllt sind. Ihre Öffnungen stehen mit dem Äußeren in Verbindung, es sind die Pneumophyses oder Luftsäcke (Vessies aérifères nach Dufour). Im geleerten Zustande sind sie gebogen und zusammengepreßt, aber wenn angefüllt und gut entwickelt, werden sie hart und zäh, wobei sie die Form von graden oder gekrümmten abstehenden Hörnchen annehmen. Wenn man sie trocknet, so behalten die Häutchen ihre Form und nehmen papierähnliche Beschaffenheit an.

Die Samenpatrone ist birnförmig und giebt dem oberen Teile des Organs ein zwiebelartiges aussehen. Die Austreibung

Digitized by Google

der Samenpatrone hat eine merkwürdige Wirkung auf die verschiedenen Teile des Organs, indem hierbei die inneren nach außen gekehrt werden. Das Organ liegt lose in der Höhlung des Hinterleibes und hängt mit dem Körper nur mit den Rändern der geschlechtlichen Öffnung zusammen. Girard (48) sagt, es verhalte sich damit ähnlich wie mit den Fingern eines Handschuhs, deren Außenseite man nach innen kehre. Wenn man dann in den Handschuh blase, so fülle sich dieser mit Luft und so erfolge durch den Druck derselben die Ausstülpung nach außen.

Wenn man das Körperende der Drohne betrachtet, so wird man finden, daß es sehr stumpf, leicht nach abwärts geneigt ist, und die Öffnung sich nach unten befindet. Bei einem geschickten Drucke auf die inneren Organe treiben wir zuerst aus dieser Öffnung, wie wir sehen werden, einen grauen, runden Körper, Mittelstück, Zapfen (die Masque Réaumurs), die dicht mit Dornen besetzt ist. Hierauf zeigen sich die Luftsäcke (*e e*, Pneumophyses), die sich abwickeln und durch den Eintritt der Luft ausgefüllt werden. Der Zapfen steht dann in der Front der Basis (links in der Abbildung) der Luftsäcke und das Organ ist nach außen gestülpt. Ganz dasselbe ereignet sich bei der Begattung, wo die gekrümmten Hörner das Zurückziehen des Organs verhindern. Girard sagt, die Kraft, welche diesen Wechsel verursacht, geht von dem Drucke aus, den die Drohne auf den geschlechtlichen Apparat durch heftige Zusammenziehung der Hinterleibsmuskeln ausübt.

Die verschiedenen Teile des ausgestülpten Organs erscheinen nach außen, einer nach dem anderen, bis an die Zwiebel und nun wird die Samenpatrone ausgestoßen. Je mehr der Hinterleib gefüllt und ausgedehnt ist, desto leichter stößt sie das Organ heraus. Wenn die Drohne ausfliegt, so sind die Tracheen und Säcke gut mit Luft gefüllt und das vermehrt beträchtlich den Druck auf die Seiten des Hinterleibes. Aus diesem Grunde kann die Begattung nur im Fluge stattfinden, denn die Richtung des Organs nach oben erlaubt bei Insekten nicht, auf der Erde in Thätigkeit zu treten. Dies erklärt es, weshalb Huber niemals

Digitized by Google

eine Verhängung zwischen Drohne und junger Königin, die er in einer Kiste zusammengebracht hatte, sah. In der Ruhe sind die Tracheen nicht reichlich genug aufgeblasen, der Druck würde also unzureichend für die vollständige Ausstülpung des Organs sein. Derselbe muß aber stark sein, wenn die Samenpatrone hervorschießen und überhaupt die Einführung in die Vagina und das Samengefäß der Königin stattfinden soll.

Nach dem Hervorschießen der Samenpatrone stirbt die Drohne und die Königin kehrt zum Stocke zurück. Ein Teil des abgerissenen Drohnengliedes, ähnlich einem dünnen, weißen Faden, hängt aus dem Hinterleibe; er ist das Zeichen der stattgefundenen Begattung. Was wir eben beschrieben haben, ist nicht bloß der Fall mit Drohnen, welche in den Drohnenzellen, erzeugt von einer befruchteten Mutter, erbrütet wurden, sondern von allen Drohnen ohne Unterschied. Drohnen, welche von unbefruchteten, drohnenbrütigen Müttern erzeugt werden, sind vollkommen entwickelt und besitzen dieselbe Befruchtungsfähigkeit als andere. Man kann dies sowohl von den Drohnen behaupten, welche zufällig in Königinzellen erbrütet worden sind, wie von denjenigen, die aus Arbeiterzellen, von eierlegenden Arbeitsbienen herrührend, hervorgehen. Leuckart hat das feststehend bewiesen, denn er fand, daß, wenn Drohnen, welche von eierlegenden italienischen Arbeitsbienen herrührten, sich mit einer schwarzen Königin begatteten, Bastarde der mellifica und ligustica erzeugten. Bei den von eierlegenden Arbeitsbienen herrührenden Drohnen hat man dieselben Samenfädchen als bei anderen gefunden.

Aus dem, was wir gesagt haben, wird man ersehen, daß, da nur eine Drohne zur Befruchtung einer Königin nötig ist, die Frage: warum so viele Drohnen erzeugt werden? sich von selbst ergiebt. Es ist allgemein bekannt, daß die Drohnen im Frühlinge, bei dem Beginn der Schwarmzeit, erzogen werden und dann am Schlusse des Sommers, wenn die Vorräte knapp werden und jegliche Aussicht auf eine weitere Tracht wie auf die Befruchtung einer Königin geschwunden ist, ohne Gnade aus dem Stocke ge-

Digitized by Google

trieben, oder, wie Schönfeld (148) bewiesen hat, dem Hungertode preisgegeben werden, indem ihnen das verdaute Futter von den Arbeitsbienen entzogen wird. Manche Bienenrassen entledigen sich ihrer Drohnen viel früher als andere. Der verstorbene Reverend Rayner hat über diesen Punkt in Herrn Havilands (62) Vorlesung 1882 eine Diskussion eröffnet:

„Er bemerkte, daß die cyprischen Bienen ihre Drohnen viel früher beseitigten als irgend eine andere ihm bekannte Rasse. Wenn die Cyprier beschlossen hatten, ihrer Drohnen sich zu entledigen, so führten sie das mit einer solchen Energie aus, daß in vier bis sechs Stunden die ganze Drohnenbevölkerung aus dem Stocke vertrieben worden war. Dabei wurde eine so scharfe Wache gehalten, daß nicht eine einzige in das Flugloch wieder eindringen konnte. Dem entgegen dehnten die schwazen Bienen die Austreibung auf verschiedene Tage aus und veranlaßten dabei keine geringe Unruhe in den Stöcken".

Man hat geglaubt, die Drohnen erhielten die Temperatur im Stocke. Wir bezweifeln nicht, daß dies bis zu einem gewissen Grade auch geschieht und sie somit zum vermehrten Ausfliegen der Arbeitsbienen mit beitragen; allein wenn man in Betracht zieht, daß sie vorzugsweise im Sommer erbrütet werden, wenn sie kaum zur Hervorbringung von Wärme nötig sind, daß sie einer großen Menge Futter bedürfen, so erscheint ihr so reichliches Vorhandensein doch große Kosten dem Gemeinwesen zu verursachen, zumal eine gleiche Anzahl Arbeiterinnen die Wärme ebenso gut als die Drohnen würde herstellen können. Hier greift nun der Bienenzüchter ein, indem er den übermäßigen Ansatz von Drohnenbrut verhindert. Die Königin bedeutet das Leben des Volks und wenn ein solches schwärmt, so geht sie mit ihm. Die junge Königin bedarf zu ihrer Befruchtung, bevor sie Eier legen kann, aus welchen Arbeitsbienen hervorgehen, einer Drohne. Diese Befruchtung kann aber nur, wie wir gesehen haben, im Fluge geschehen. Es ist klar, wenn nur wenige Drohnen vorhanden sind, so ist die Möglichkeit einer Begegnung mit einer Drohne eine

Digitized by Google

viel geringere, als wenn es deren viele giebt. Die Königin hat auf ihrem Hochzeitsfluge manche Gefahren zu bestehen, die sich bedeutend auf ihren Ausflügen vermehren würden, von welchen sie ohne erfolgte Begattung zurückkehrt. Bei Gelegenheit der vorhin erwähnten Diskussion (Britisch Bee-Journal 1882, Seite 168) sagten wir:

Soweit als seine (Cowans) Beobachtungen gehen, vollzieht sich die Begattung in der freien Luft und er glaubt, es sei das gut für die Königinnen, weil, wenn die junge Königin zur Begattung mit Beachtung der nächsten sie umgebenden Nachbarschaft mit einer bedeutenden Schnelligkeit weiter fliege, dann sich nur die stärkste und schnellste Drohne mit der Königin paaren könne. Auf diese Weise vollzöge sich die Auswahl zu gunsten der passendsten. Wenn sich die Befruchtung im Stocke vollzöge, würde statt einer Verbesserung der Nachzucht eine Verschlechterung eintreten.

Außerdem, so haben wir gesehen, erfordert die Ausstoßung der zur Begattung nötigen Samenpatrone eine große Kraft, wozu wieder allein die stärkste Drohne geeignet ist. Schwache Drohnen, deren Schwachheit entweder durch ungeeignetes oder ungenügendes Futter zur Zeit ihres Larvenzustandes veranlaßt worden ist, haben keine passend entwickelte Organe, folglich bildet möglicherweise die Samenpatrone keine kompakte Masse der Samenfädchen, wie dies der Fall sein sollte. Die stärkste Drohne ist die schnellste und am besten passendste zu diesem Zweck. Dies, glauben wir, giebt den Grund an, weshalb die anscheinend nutzlosen Kreaturen geduldet und nur dann abgetrieben werden, wenn ihre Dienste nicht länger mehr erforderlich sind.

Digitized by Google

Kapitel XX.

Organe der Königin.

Ovarien (Eierstöcke). — Eiröhrchen. — Entwickelung des Eies. — Zahl der Eier und Eikeime. — Oviduct (Eileiter). — Bursa copulatrix. — Receptaculum seminis (Samentasche) und ihr Gebrauch. — Klappenförmige Kontrollmuskeln. — Anhangsdrüsen. — Große Zahl der Samenfädchen. — Schwinden der Fruchtbarkeit der Königin. — Mikroskopische Untersuchung. — Klappenförmiges Glied. — Hochzeitsflug. — Wie schnell die Befruchtung erfolgt. — Erfolg verzögert. — Das Unbeachtetlassen der unbefruchteten Königin seitens der Arbeitsbienen. — Drohnenbrütige Königinnen.

Die Eierstöcke der Königin sind infolge ihrer Gestalt leicht aufzufinden und zu erkennen. Ihre Lage, wie Leuckart (93) gezeigt hat, sieht man bei *E* in Fig. 54, welche einen Längendurchschnitt durch den

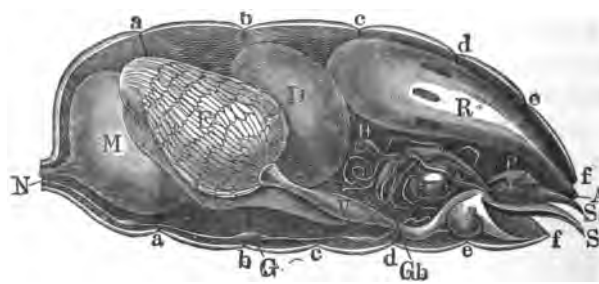


Fig. 54. Durchschnitt durch den Hinterleib der Königin.

Hinterleib einer Königin darstellt, deren Organe denen der Drohne entsprechend sind. In derselben Lage, in welcher wir die Hoden der Drohne finden, sehen wir bei der Königin zwei große birnförmige Organe, die Ovarien (Eierstöcke) genannt (*A*, *a a* Fig. 55).

Digitized by Google

Sie liegen unter dem zweiten und dritten Hinterleibsringe an jeder Seite der Honigblase und des Chylusmagens. Gleich den Hoden sind sie röhrenförmige Drüsen und an jeder Seite mit 180 bis 200 Röhren oder Folliceln versehen und durchsponnen mit feinen Luftgängen, welche die Eiröhrchen zu Bündeln verbinden.

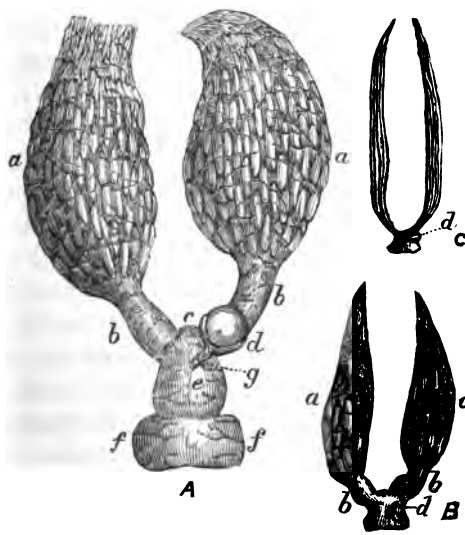


Fig. 55.

Eierstöcke der Königin, der gewöhnlichen Arbeitsbiene und der eierlegenden Arbeitsbiene.

Die Entwickelung der Eier vollzieht sich in den Eiröhrchen. Das Ei zeigt anfangs ganz das Aussehen einer Zelle mit der Zellsubstanz und besteht aus dem Protoplasma (Ur- oder Grundgebilde) und dem Kern oder Keimbläschen. Die erste Keimzelle erscheint am oberen blinden Ende (Fig. 56) der Röhre und, indem sie sich entwickelt (ein Vorgang, der uns hier zu weit führt, um darauf eingehen zu können), schreitet sie vorwärts, vergrößert sich und nimmt eine dunklere Farbe an. Dann erscheint der

Digitized by Google

Dotter (Vitellus), der, wenn das jetzt ausgebildete Ei das untere Ende der Röhre erreicht, von einer äußeren Haut der Eischale (Chorion, *D E* Fig. 57), umgeben ist.

Fig. 56 zeigt uns ein Eierstocksröhrchen, in welchem sich nach und nach ein Ei entwickelt. Wir sehen, daß mit dem Wachstume des Eies Anschwellungen verursacht werden, die sich nach und nach vergrößern, je nachdem das Ei größer wird und sich mehr entwickelt. Die Zellen zwischen jedem Ei wachsen ebenfalls und verursachen ähnliche Anschwellungen, so daß bei einer eierlegenden Königin diese so aneinander gereihten Anschwellungen so ungefähr einem Perlenhalsbande gleichen. Leuckart behauptet, die Eikeime erschienen bei der Königin später als die Samenfädchen bei der Drohne. Er fand sie nicht in dem Insekt, das sich eben aus dem Puppenzustande erhob, dessen Eiröhrchen dagegen mit durchsichtigen Kügelchen gefüllt waren, die ähnlich denjenigen sind, welche der Erscheinung der Samenfädchen in den Hoden der Drohne vorausgehen.

Fig. 56. Eierstocksröhrchen.

Während der Brütezeit enthält jedes Eiröhrchen mehr als ein Dutzend Eier (Leuckart*), welche sich aneinander reihen, wie die Perlen eines Halsbandes, und zwar in einem verschiedenen Zustande der Entwickelung, von welchen eins oder mehrere am untersten Ende reif sind, so daß die Zahl der Keime und Eier vier- oder fünftausend betragen muß. Im Winter ist die Zahl geringer und beträgt etwa die Hälfte, so daß kaum ein vollkommenes Ei sich vorfindet und die Eierstöcke an Gestalt abgenommen haben. Bei einer unbefruchteten Königin enthalten die Röhren, bevor die Eier sich zu entwickeln beginnen, nur Zellen, weshalb man keine Schwellungen bemerkt. Die Röhren

*) Bienenzeitung 1857.

Digitized by Google

haben ihre separaten Öffnungen, welche am Anfange des Eileiters (Oviduct) sich vereinigen (*b b* Fig. 55) zu einer trompetenförmigen Aushöhlung mit dickeren Außenwänden als die Eiröhrchen. Die Eileiter sind mit längs- und querlaufenden Muskelfibern versehen, welche denselben große Dehnbarkeit geben. Zwei Röhren der Eileiter vereinigen sich bei *c* zu einem einzigen Leiter, erweiteren sich und bilden die Vagina (*e*), die mit starken Muskelwänden versehen ist. Die Vagina hat an jeder Seite zwei taschenähnliche Anschwellungen (Bursa copulatrix *f f*), welche die luftgefüllten Hörnchen des männlichen Organs aufnehmen. Die Öffnung der Vagina erscheint als ein langer Schlitz am Rande der letzten Bauchschuppe. Zwischen dieser und der letzten Hinterleibsschuppe befinden sich der Stachel und die Giftdrüsen, welche ihren Platz zwischen der Vagina und dem Chylusmagen haben. Verbunden mit einer Röhre, deren Öffnung sich neben dem Anfang des allgemeinen Eileiters befindet, liegt ein kleiner kugelförmiger Sack, Samentasche oder Receptaculum seminis (*d*) genannt. Ihr Zweck wurde zuerst von Audouin erkannt und von Huber (68) beschrieben. Sie wurde jedoch noch genauer von v. Siebold (153) untersucht und beschrieben wie auch ihre wahre Bestimmung festgestellt. Sie erhält und enthält Millionen von Samenfädchen, welche von der Drohne herrühren, und ist groß genug, um mit unbewaffneten Augen gesehen zu werden. Sie ist etwa von der Größe eines Hirsekorns. An der Außenseite ist sie dicht mit Tracheen versehen, die sie stark überziehen und ihr ein silberfarbenes Ansehen geben. Leuckart sagt, diese Tracheen lägen nur an der Oberfläche und man könne sie leicht fortnehmen, abschälen und die Membrane der Samentasche bloßlegen. Die Röhre, welche die Samentasche (*d*) mit der Vagina (*e*) verbindet, ist mit starken Muskeln versehen, vermöge welcher sie geöffnet und geschlossen werden kann, um entweder den Durchgang der Samenfäden zu gestatten oder zu verhindern. Diese starken und zusammengesetzten Muskeln, entdeckt durch Leuckart (93) 1858, welche auch von v. Siebold (153) gesehen wurden, haben ihren Sitz nahe der

Digitized by Google

Verbindung der Samentasche mit der Röhre; sie umgürten und binden sie wie mit einem dicken Ringe, der eine Anschwellung bildet, so daß, wenn sie in Thätigkeit treten, der Gang geöffnet und geschlossen werden kann, um den Samenfädchen zu gestatten, zu passieren oder sie in der Samentasche zurück zu halten (Leuckart). An der Außenseite der Samentasche finden wir zwei Drüsen, welche an der entgegengesetzten Seite hinabgehen, wo sie sich treffen und eine Vereinigung neben dem Kanal der Samentasche bilden, in welche die Röhren der Drüsen münden. Diese Drüsen werden Anhangsdrüsen genannt. Ihre Zellen sondern eine Flüssigkeit ab, welche sich mit den Samenfädchen mischt und ihre Lebensfähigkeit unverändert für eine lange Zeit erhält. Nahe am Schlusse der Öffnungen dieser Röhren in den Samengang am Stielchen (*A g* Fig. 55) befinden sich die Muskeln, welche wie Klappen thätig sind.

Nach den Untersuchungen v. Siebolds und Leuckarts ergab sich, daß, wenn eine Königin unbefruchtet ist, die Samentasche keine Spur von Samenfädchen und nur eine klare Flüssigkeit enthält, welche durch die Anhangsdrüsen und die Keimzellen der Samentasche erzeugt wird. Bei einer befruchteten Königin ist das Gegenteil der Fall; der Inhalt ihrer Samentasche ist dunkel und milchweiß, denn sie ist gefüllt mit einer zahllosen Menge beweglicher Fädchen (Spermatozoen), ganz gleich denen, welche sich bei den Drohnen finden, wie auf Seite 114 angegeben worden ist.

Wenn eine Königin älter wird, vermindert sich die Zahl der Samenfädchen, so daß die Samentasche nur teilweise damit gefüllt ist. Diese, sagt Leuckart, kann 25000000 Samenfädchen enthalten, und da dieser Inhalt bestimmt ist, für die ganze Lebenszeit der Königin auszuhalten, so ist sie imstande, damit haushälterisch zu Werke zu gehen und nur so viel stets davon zu verwenden, als zur Befruchtung der Eier erforderlich sind. Eine Königin kann vier bis fünf Jahre legen, indes ihre Fruchtbarkeit schwindet in dem Verhältnis zu der Zahl der Eier, die sie legt. Wir haben Königinnen beobachtet, welche am Schlusse ihres dritten Jahres so wenig Samenfädchen hatten, daß sie selten, wenn überhaupt,

Digitized by Google

Eier befruchteten und schließlich drohnenbrütig wurden. Es ist schon manches Jahr verflossen, seit wir zuerst darauf hinwiesen, daß, wenn man eine Königin durch Fütterung zu einer vermehrten Eierlage treibe, nach dem zweiten Jahre ihre Fruchtbarkeit im Abnehmen begriffen sei und nicht länger vorteilhaft für den Imker sich erweise, weshalb wir stets der Anzucht junger Königinnen das Wort geredet haben, um ältere damit auszuwechseln. Diese unsere Versuche dürften beweisen, daß die Angabe Leuckarts entweder übertrieben ist oder eine große Verschwendung mit ihnen stattfindet.

Wir müssen nun darthun, wie die Samenfädchen in die Samentasche getrieben werden. Wenn die Ausstülpung des männlichen Organs erfolgt, so werden die Hörnchen in die taschenartigen Anschwellungen (Bursa copulatrix, *f f* Fig. 55) getrieben, die sie anfüllen. Der übrige Teil des umgestülpten Organs nimmt den Raum darüber ein und die Samenpatrone wird gegen den Kopf des gemeinsamen Eileiters (*c*) gestoßen. Der durch die Muskelbekleidung ausgeübte Druck der Vagina verhindert, daß der Inhalt nach außen tritt und damit die Samenfädchen in den Eileiter *b b* getrieben werden.

Leuckart (93) war imstande, dies durch mikroskopische Untersuchungen an drei eben befruchteten Königinnen zu beweisen. Bei allen drei Königinnen war der Eileiter ganz beträchtlich angeschwollen und enthielt eine große Anzahl von Samenfädchen, während die Samentasche gar keine oder doch nur wenige enthielt. Die Zusammenziehung der Muskeln des Samenleiters treibt die Samenfädchen in die Samentasche. Leuckart fand auch in den Wänden der Vagina, gegenüber der Öffnung des Samenganges, ein klappenähnliches Glied, welches das untere Ende des gemeinsamen Eileiters schließt, dessen mit Muskeln versehene Wände einen Druck ausüben, durch welchen das Eintreiben des Samens in die Samentasche unterstützt wird.

Wenn die Königin Eier legen soll, aus welchen weibliche Wesen hervorgehen sollen, so muß sie zu ihrer Befruchtung, die, wie wir gesehen haben, in der Luft stattfindet, den Stock ver-

Digitized by Google

lassen. Janscha (73) war der erste, welcher beobachtete, daß die Königin, wenn sie zum ersten male den Stock verläßt, nach einem Umherlaufen auf dem Flugbrette einige wenige Fuß entfernt mit dem Kopfe dem Flugloche zugewandt, auf und nieder flog, dann horizontale Zirkel beschrieb, die sie nach und nach ausdehnte. Nach wenigen Minuten kehrte sie zum Stocke zurück. Ihr zweiter Ausflug findet öfter wenige Minuten nach dem ersten statt. Ehe sie sich indes nicht ganz genau mit der umgebenden Lokalität bekannt gemacht hat, begiebt sie sich nie auf ihren Hochzeitsflug.

Mouset (111) war 1634 der erste, welcher die Idee anregte, daß die Befruchtung der Königin in der Luft stattfinde, was seither von Huber und anderen bestätigt wurde. Die Königin verläßt gewöhnlich nach dem dritten bis fünften Tage nach ihrem Ausschlüpfen aus der Zelle behufs Befruchtung ihren Stock. v. Berlepsch (3) sagt, er habe nie eine Königin bemerkt, die vor dem dritten Tage befruchtet worden sei, dennoch könne sich die Befruchtung beträchtlich über den fünften Tag hinaus verzögern, besonders bei kaltem Wetter. Wenn die Befruchtung über den einundzwanzigsten Tag hinaus verzögert wird, so legt die Königin, wie Huber (68) beobachtete, nur Eier, aus welchen Drohnen hervorgehen. v. Berlepsch und Dzierzon fanden jedoch, daß hiervon Ausnahmen gelegentlich stattfinden, und daß eine Königin noch nach dreißig Tagen richtig befruchtet werden kann, ja ausnahmsweise noch in einem Falle nach siebenundvierzig Tagen. Gewöhnlich findet der Hochzeitsausflug zur schönsten Zeit des Tages zwischen zwölf und vier Uhr nachmittags statt, selten später und noch seltener früher.

Vor dem Befruchtungsausfluge nehmen die Bienen von einer Königin wenig oder gar keine Notiz; sie füttern sie nicht, noch kümmert sie sich um die Bienen. Auch sind die Drohnen ruhig. Die Zeit, in welcher sie sich draußen aufhält, variiert von drei bis zehn Minuten, ist jedoch zuzeiten auf nur eine Minute beschränkt, dürfte aber auch bis zu fünfundvierzig ausgedehnt werden. Wenn sie nach erfolgter Befruchtung von ihrem Ausfluge zurückkehrt, so verläßt sie ihren Stock nie wieder, es sei denn mit einem Schwarme.

Digitized by Google

Sie ist nun befähigt Eier zu legen, aus welchen sich männliche wie weibliche Wesen entwickeln, ein Umstand, der Huber und anderen viel zu denken gab. Etwa achtundvierzig Stunden nach erfolgter Befruchtung tritt sie gewöhnlich in die Eierlage. Wenn sie in irgend einem Falle keinen Gemahl in der geeigneten Zeit findet, sie also unbefruchtet bleibt, so wird sie trotzdem die Eierlage beginnen, aber aus den Eiern werden nur Drohnen hervorgehen. Die Gründe hierfür werden wir im nächsten Kapitel finden.

Wenn man eine Königin von einem erfolgreichen Befruchtungsausfluge zurückkehren sieht, so wird man bemerken, daß sie das untrügliche Zeichen ihrer Begattung, das in einem Teile des abgerissenen Drohnengliedes besteht, an sich trägt. Janscha (73) hat dies zuerst bemerkt, später ist dasselbe auch von Huber (68) 1791 beobachtet worden. Diese Beobachtungen hat v. Siebold (Bienenzeitung 1854 Seite 227) bestätigt, nachdem v. Berlepsch ihm eine Königin mit dem Begattungszeichen zugesandt und er eine sorgfältige Untersuchung mit dem Mikroskope gemacht hatte.

Digitized by Google

Kapitel XXI.

Parthenogeneſis.

Dzierzons Entdeckung. — Zuſammenfaſſung ſeiner Theorie. — Erprobung derſelben durch die Zuſetzung einer italieniſchen Königin. — Drohnen der Baſtardmütter ſind echt. — Ei. — Struktur desſelben. — Mikropyle. — Samenfädchen in Eiern gefunden. — In ſolchen, aus welchen Drohnen entſtehen, finden ſich keine Samenfädchen. — Ein Samenfädchen reicht zur Befruchtung eines Eies aus. — Unechte Drohnen. — Verlängerte Lebensfähigkeit der Samenfädchen — Ergebniſſe bei vom Froſt ergriffenen Königinnen. — Gliederlähmung macht Königinnen drohnenbrütig. — Arrenotokia. — Ähnlichkeit zwiſchen den Organen der Drohnen und der Königinnen. — Gute Drohnen ſind wichtig. — Eierſtöcke der Arbeitsbienen und der eierlegenden Arbeitsbienen. — Wie die Bienen eine verlorene Königin erſetzen.

Die Erzeugung ohne vorhergegangene Befruchtung nennt man Jungfernzeugung, Parthenogeneſis. Obwohl ihr Vorhandenſein bei anderen Inſekten ſchon in der erſten Hälfte des achtzehnten Jahrhunderts bekannt und von J. P. Albrecht (153) 1701 in Hildesheim beobachtet worden war, ſo wußte man doch bei den Bienen nicht eher etwas von ihr, als bis ſie Dr. Dzierzon entdeckte. Er begann zuerſt darüber in dem Jahre 1835 nachzudenken. Indes erſt 1842 bis 1843 machte er ſeine Anſichten über dieſe Theorie in einer kleinen Lokalzeitſchrift, die „Frauendorfer Blätter" genannt, bekannt. 1845 ſchrieb er über ſeine Entdeckung in der Bienenzeitung und lenkte damit die Aufmerkſamkeit der Wiſſenſchaft auf dieſen Gegenſtand. Dzierzon fand infolge deſſen die Gelegenheit, ſeine Theorie als eine Thatſache feſtzuſtellen.

v. Siebold (153), der die Wichtigkeit dieſer Entdeckung erkannte, ſpricht von Dzierzon als einem der geſchickteſten und zu-

Digitized by Google

verläſſigſten Bienenzüchter unter den Lebenden, und Profeſſor Cook (27) ſagt: „Als Forſcher und wiſſenſchaftlich gebildeter Imker ſteht er (Dzierzon) mit dem großen Huber auf einer Stufe". v. Siebold behauptet von Dzierzons Theorie: „Durch die Parthenogeneſis erklären ſich alle Geheimniſſe, welche wir bisher vergebens zu enträtſeln verſuchten, vollſtändig.

Im Jahre 1849 faßte Dr. Dzierzon (37) ſeine Anſichten über Zeugung der Bienen in dem Folgenden zuſammen:

„Deshalb, und das muß man wohl beachten, werden die Eierſtöcke der Königin bei der Verhängung mit der Drohne nicht befruchtet, ſondern der männliche Samen dringt in die Samentaſche und füllt dieſe mit männlichem Samen. Hierdurch wird viel, ja alles erklärt, was früher rätſelhaft war, beſonders weshalb die Königin im Frühjahre befruchtete Eier legen kann, wenn noch keine Drohnen im Stocke vorhanden ſind. Der Vorrat an Samen, den ſie während der Begattung erhält, iſt für ihr ganzes Leben hindurch hinreichend. Die Begattung findet nur einmal ſtatt. Niemals fliegt die Königin dann wieder aus, ausgenommen, wenn das ganze Volk auszieht. Wenn ſie angefangen hat zu legen, ſo können wir ohne Bedenken ihr die Flügel abſchneiden; ſie wird bis zu ihrem Tode fruchtbar bleiben. Jede Königin muß jedoch in ihrer Jugend mindeſtens einmal ausgeflogen ſein, da die Befruchtung nur in der Luft ſtattfindet. Deshalb kann eine Königin, welche von ihrer Geburt an lahme Flügel hat, niemals vollkommen fruchtbar ſein, ich ſage vollkommen, d. h. beide Geſchlechter erzeugen. Denn es iſt nach meiner Erfahrung gar keine Befruchtung erforderlich, Drohneneier zu legen. Dies iſt genau der neue und hauptſächlichſte Punkt meiner Theorie, welche ich zuerſt als bloße Hypotheſe aufſtellte, die ſich aber ſeither vollkommen beſtätigt hat".

Ebenſo ſagt er 1855 (Bienenzeitung Seite 201):

„Alle Eier, welche in den beiden Eierſtöcken zur Reife kommen, ſind von ein und derſelben Art und entwickeln ſich, wenn ſie mit dem männlichen Samen nicht in Berührung kommen, zu männ-

Digitized by Google

lichen Bienen, dahingegen gehen aus ihnen weibliche Bienen hervor, wenn ſie mit männlichem Samen befruchtet worden ſind".

Dieſe Theorie wurde von v. Siebold, Leuckart und von v. Berlepſch einer nachhaltigen Unterſuchung unterzogen und von ihnen beſtätigt. Die Einführung der italieniſchen Biene durch Dzierzon 1853 beſeitigte alle Zweifel, welche etwa noch vorhanden waren, denn es zeigte ſich, daß, wenn eine echte italieniſche Königin ſich mit einer ſchwarzen Drohne begattete, ihre Drohnen mit wenig Ausnahmen, worauf wir ſpäter zurückkommen, reine Italiener waren, während ihre weibliche Nachkommenſchaft die charakteriſtiſchen Eigenſchaften beider Raſſen aufwieſen.

Wenn alſo eine ſchwarze Königin ſich mit einer italieniſchen Drohne begattet, ſo werden Arbeiterinnen und Königinnen Baſtarde ſein, während die Drohnen echte ſchwarze Bienen ſind. Es iſt deshalb klar, daß die Drohnen keinen Vater haben und nur eine Mutter. Dieſe Thatſache mußte nun auch anatomiſch geprüft werden, und dazu waren v. Siebold und Leuckart die geeigneten Männer. Wenn man ein Ei unterſucht, ſo wird man ſehen, daß ſeine Oberfläche (Chorion) mit zartem, ſechseckigem Gitterwerk bedeckt iſt (*D E* Fig. 57), wie mit einem Netzwerk, und in der Mitte wird man eine kleine Öffnung — die Mikropyle (*D* Fig. 57) finden, durch welche der Samenfaden eintritt, wenn das Ei vor dem Samengange (Stielchen) vorüber geht.

v. Siebald, welcher befruchtete Eier, gleich nachdem ſie gelegt waren, zerdrückte und unterſuchte, fand den Samenfaden darin. Er ſagt: „In dreißig Fällen ſtellte ich das Vorhandenſein der Samenfäſerchen, an welchen Bewegungen entdeckt werden konnten, feſt". „In einigen von ihnen", ſagt er, „fand ich ſogar drei und in vierundzwanzig nur einen Samenfaden". Ebenſo ſorgfältig unterſuchte er Eier, die aus Drohnenzellen genommen waren, behandelte ſie in derſelben Weiſe, ſagte aber, daß er nicht ein einziges Samenfäſerchen in irgend einem Ei weder innerlich noch äußerlich gefunden habe.

Es iſt möglich, daß v. Siebold mehr als ein Samenfädchen

Digitized by Google

in einigen Eiern mag gefunden haben und daß man bis vor kurzem auch an das Eindringen von mehreren geglaubt hat, indes Geddes und Thomſon (45) ſtellen feſt, daß

„Unterſuchungen, wie ſie Hatwig und Fol gemacht haben, beweiſen, daß, wenn ein Samenfaden in das Ei eingedrungen iſt, die anderen keinen Eingang finden, indem der Weg allen anderen verſperrt iſt. Die Mikropyle kann verſchloſſen ſein, oder die umgebende Membrane mag ſich verändert haben, oder es findet ſich in anderer Weiſe ein Ausweg, etwa was Whitman „die ſelbſtregulierende Empfänglichkeit" nennt, ſo daß ſie nicht länger durchdringlich iſt. Wir ſind ſicher bei dem Schluſſe, daß das Ei gewöhnlich nur einen Samenfaden erhält und der Eingang von mehreren unmöglich iſt".

Wie und auf welche Weiſe der Samenfaden ſeinen Weg in die Mikropyle findet, iſt in Dunkelheit gehüllt, aber Geddes und Thomſon (45) ſtellen feſt, daß die Theorie von Rolf als die allerwahrſcheinlichſte zu bezeichnen iſt, die angenommen zu werden verdient und dahin geht, daß wir die weniger genährten, deshalb kleineren, hungerigeren und mehr beweglichen Organismen (er ſpricht von Zellen) Männchen nennen; die beſſer genährten und gewöhnlich ruhigeren ſind die Weibchen. Damit geht er weiter vorauszuſetzen, daß die kleinen hungerigen männlichen Zellen die großen, wohlgenährten weiblichen Zellen, um ſich mit ihnen zu verbinden, aufſuchen, wozu die letzteren, je größer und beſſer genährt ſie ſind, aus eigenem Antriebe weniger Neigung haben.

Obwohl wir nun geſehen haben, daß bei den Bienen die Parthenogeneſis die Regel iſt, ſo iſt doch zuzeiten die Beobachtung gemacht worden, daß die Drohnen nicht immer echt erſcheinen und unzweifelhaft Zeichen charakteriſtiſcher Merkmale der Baſtarde haben. J. Lowe (98) und J. Perez (123) haben unabhängig von einander Verſuche gemacht, um feſtzuſtellen, ob Drohnen zuzeiten die Spuren gemiſchten Herkommens zeigen. Perez fand, daß, obwohl die bei weitem größte Anzahl der Drohnen den Charakter der Mutter aufwieſen, doch etwa zwanzig per cent einen

Digitized by Google

gemischten Charakter zeigten. Cameron (19) hat letzthin gleichfalls die Aufmerksamkeit auf diese Thatsache gelenkt, die wiederholt von Bienenzüchtern und anderen bemerkt worden ist, und die deshalb die Dzierzonsche Theorie für nicht richtig erklärten. Indes, daß die Parthenogenesis die Regel ist, darüber ist gar kein Zweifel, aber es ist gleichfalls wahr, daß dergleichen Abweichungen bemerkt worden sind und auch existieren. Verschiedene Gründe sind für diese Abweichung von der von Dzierzon aufgestellten und von v. Siebold und anderen bestätigten Regel vorgebracht worden. Einer derselben war, die Drohnen seien wahrscheinlich von Arbeiterinnen verschiedener Arten erbrütet worden, ein anderer, daß ein Fall von Atavismus (Rückschlag auf die Voreltern) vorliege. Die höchst wahrscheinliche Ansicht ist jedoch die, welche diejenigen sich zueignen, die da glauben, die Drohnen seien freilich Jungferngeburten, allein das Männchen einer anderen Rasse habe die Eierstöcke der Königin so beeinflußt, daß dies von Einfluß für die spätere Nachkommenschaft geworden sei. Später hat Herr Grimshaw (59) in einem Vortrage über die „Erblichkeit bei den Bienen", den er vor der Versammlung der britischen Bienenzüchter-Association hielt, die Idee dahin weiter vervollständigt, daß die Erbschaft durch das Futter, welches die Ammen den Larven reichen, vermittelt werde und auf diese Weise das Charakteristische der Arbeitsbienen sowohl als auch das der Königin hervorträte. Wenn dies auf die Arbeitsbienen sich anwenden läßt, warum sollte nicht das Futter, verarbeitet von Arbeitsbienen, auf die Drohnen einen derartigen Einfluß haben? Es dürfte nicht unmöglich sein, daß sich in solchen Fällen auf die durch die Parthenogenesis erzeugten Drohnen Eigenschaften der Arbeiterinnen übertragen, so daß dieser Einfluß sich sogar äußerlich kund giebt. Wie dem nun auch sein möge, gegenwärtig weiß man noch nichts Bestimmtes hierüber, denn solche Fälle können nur Ausnahmen von der Regel sein.

v. Berlepsch (3) sagt, die Königin wisse, daß sie das in eine Arbeiterzelle zu legende Ei befruchten und das in Drohnenzellen abzusetzende unbefruchtet lassen müsse, daß sie sogar, wenn man

Digitized by Google

ihr nur Drohnenwerk zur Verfügung ſtelle, in dieſes befruchtete Eier abſetze. Dies zu beſtätigen haben wir vielfach Gelegenheit gehabt, vollſtändiger jedoch noch auf dem Bienenſtande des Dr. Bianchetti in Oruavaſſo, wie wir im britiſchen Bee-Journal 1886 beſchrieben haben.

Die Samenfädchen haben eine ganz außerordentliche Lebenskraft und behalten dieſelbe in der Samentaſche für eine lange Zeit, ja ſie widerſtehen ſogar beträchtlichen Abweichungen von der normalen Temperatur; werden ſie jedoch längere Zeit der Kälte ausgeſetzt, ſo wird dadurch ihre Lebenskraft zerſtört.

Dr. Dzierzon (37) fand, daß eine Königin, welche längere Zeit der Kälte ausgeſetzt geweſen war, durch Wärme aber ins Leben zurück gebracht wurde, nur männliche Eier legte, während ſie vorher auch weibliche abgeſetzt hatte. v. Berlepſch (3), der ſich auf dieſen Fall bezieht, ſagt, er habe nach dieſer Richtung hin Verſuche gemacht, indem er drei Königinnen ſechsunddreißig Stunden in einem Eiskeller untergebracht habe. Zwei ſtarben und die dritte, welche ſich wieder erholte, legte wie vorher Tauſende von Eiern, aber, ſagt er, aus allen entwickelten ſich nur Drohnen.

Zuzeiten legt eine Königin, obwohl ſich in ihrer Samentaſche Samenfädchen befinden, Eier, die ſie aus irgend einem Grunde nicht befruchten kann. Dies wird der Fall ſein, wenn, wie Leuckart (93) andeutet, die Muskeln für das Öffnen und Schließen des Samenganges gelähmt worden oder wenn der Samengang oder der letzte Nervenknoten verletzt worden ſind. Dönhoff (31) erzielte dieſelbe Wirkung bei zwei Königinnen, indem er die Hinterleibsſegmente mit einer Zange quetſchte. Beide legten, aber nur Drohneneier infolge der Verletzung des Nervenſyſtems. Leuckart nahm eine mikroſkopiſche Unterſuchung einer dieſer Königinnen vor und fand den Samengang (Stielchen) verletzt. Er war der erſte, der es entdeckte, wie eine Königin, obwohl mit Samenfädchen verſehen, dennoch nicht imſtande war, die Eier zu befruchten. Dieſen Zuſtand bezeichnete er mit dem Namen Arrenotokia (Bienenzeitung 1855 und Bull. Acad. Royale de Belgique, 1857).

Digitized by Google

Wir ſelbſt haben verſchiedene Königinnen ſolcher Art zergliedert und Leuckarts Beobachtungen beſtätigt gefunden.

Man wird bemerken, daß eine große Ähnlichkeit zwiſchen den Organen der Drohne und denjenigen der Königin ſtattfindet, und, wie Leuckart gezeigt hat, die verſchiedenen Teile beider gleichartig ſind.

Die Fruchtbarkeit der einzelnen Königinnen iſt oft ſehr verſchieden, was man meiſtens einer unvollkommenen Befruchtung zuſchreiben kann. Eine ſchwächliche Drohne, wie wir auf Seite 119 geſehen haben, kann die Samentaſche nicht in vollkommener Weiſe füllen, was eine geringere Fruchtbarkeit der Königin zur Folge haben muß. Daraus erſieht man die große Wichtigkeit, welche mit der Zucht guter Drohnen ſowohl als auch guter Königinnen verbunden iſt und daß beide in ſtarken Völkern zu erziehen ſind, in welchen ſie hinreichend mit Futter im Larvenzuſtande verſorgt werden.

Bei einer Arbeiterin ſind der Regel nach die Eierſtöcke ſehr unvollkommen entwickelt und ſteril (*C* Fig. 55). Sie wurden durch Fräulein Jurine (75) entdeckt und von Ratzeburg (138) 1833 vollkommen beſchrieben. Sie beſtehen aus einigen fadenähnlichen Röhren, gewöhnlich zwei bis zwölf, die weder Eier noch Eikeime enthalten. Bei *C d* Fig. 55 ſieht man die rudimentäre Samentaſche. Die Vagina iſt ſehr enge, und da die Seitentaſchen gänzlich fehlen, ſo würde es für das männliche Glied unmöglich ſein, in dieſelbe einzudringen.

Allen Bienenzüchtern iſt bekannt, daß ſich gelegentlich eine Arbeitsbiene findet, welche Eier legt; eine ſolche nennt man eine eierlegende Arbeitsbiene. Die Eierſtocksröhren (*B a a* Fig. 55) einer ſolchen Biene haben nach Leuckart dieſelbe Struktur als die der Königin und, obwohl niemals ſo lang als bei dieſer, ſo ſind ſie doch ein klein wenig länger als die einer gewöhnlichen Arbeiterin (Bienenzeitung 1857). Die Eileiter, ebenſo auch die Vagina, ſind ſehr viel kleiner und es findet ſich nur eine Spur

Digitized by Google

von der Anhangsdrüse *d*. Die Samentasche wie die sackähnlichen Anschwellungen (Bursa copulatrix) fehlen gänzlich. Es ist klar, daß aus derart gelegten Eiern nur Drohnen entstehen, da sie nicht befruchtet werden können, wie ja auch der Thatbestand darthut. Die Aufwerfung der Frage, weshalb diese Arbeiterinnen Eier legen und weshalb ihre Eierstöcke besser entwickelt sind als die ihrer Schwestern? finden wir ganz natürlich. Leuckart entdeckte (Bienenzeitung 1855, Seite 209), daß die Larven der Arbeitsbienen drei Tage nach dem Ausschlüpfen aus dem Ei entwöhnt würden und, wie wir auf Seite 108 gesehen haben, ein Wechsel mit dem Futter geschehe, während die Königinlarven während der ganzen Zeit ihres Larvenzustandes ein und dasselbe Futter sehr reichlich erhielten, das er königliches Futter nannte. Gleichfalls entdeckte er, wie genau zu derselben Zeit, als der Wechsel mit dem Futter der Arbeitsbienen-Larven vor sich ging, die weiblichen Geschlechtsorgane in die Erscheinung traten, die je nach dem gereichten Futter entweder verkümmerten oder sich entwickelten. Wenn daher der Wechsel des Futters nicht zur rechten Zeit erfolgt, so wird eine Mehrgabe des königlichen Futters die Eierstöcke verhältnismäßig entwickeln und eierlegende Arbeitsbienen werden entstehen, die aber, da sie nicht befruchtet werden können, infolge dessen nur Drohneneier zu legen vermögen.

Schirach (146) schreibt man die Entdeckung zu, daß die Bienen, wenn sie ihre Königin verlieren, imstande sind, aus einer Arbeitsbienen-Larve sich wieder eine Königin nach zu ziehen. Um dies auszuführen, wählen sie gewöhnlich eine Larve, die nicht älter als drei Tage ist, erweitern die Zelle und füttern sehr reichlich mit königlichem Futter, wie wir im Kapitel XVIII beschrieben haben. Auf diese Weise erreichen sie ihren Zweck.

Bei der künstlichen Zucht der Königinnen haben wir stets das Erziehen einer Königin vom Ei befürwortet und darauf gehalten, daß den jungen Larven, namentlich in der ersten Zeit, das geeignete Futter recht reichlich gereicht wird, da die Erfah-

Digitized by Google

rung uns belehrt hat, daß derart erzogene Königinnen fruchtbarer und lebensfähiger ſind. Unſere Auseinanderſetzungen zeigen, weshalb das ſo iſt. Zuzeiten errichten die Bienen Weiſelzellen über Larven, welche älter als drei Tage ſind, indes niemals werden daraus ſo gute und vollkommene Königinnen entſtehen, weil ein Wechſel des Futters ſchon ſtattgefunden hat, der die Entwickelung der Eierſtöcke nachteilig beeinflußte.

Digitized by Google

Kapitel XXII.

Verwandlungen.

Entwickelung des Embryo. — Mikropyle. — Eischale (Chorion). — Dotter (Vitellus) und Keim- oder Dotterhaut. — Amnion. — Ectoderm und Mesoderm. — Nervensystem. — Ganglien. — Tracheen und Luftlöcher. — Ernährungsverlauf. — Rückengefäß. — Anhänge. — Fußlose Larven. — Häutung. — Spinnen des Kokons. — Verwandlungen. — Ganglien in verschiedenen Stadien der Entwickelung. — Blinddarm der Larven. — Flügel. — Spinndrüsen. — Erscheinen der Eikeime. — Periode der Ruhe.

Bevor wir dazu übergehen, die verschiedenen Umwandlungen zu beschreiben, welche die Biene von dem Augenblicke an durchmacht, wo sie als zartes Würmchen dem Ei entschlüpft, bis zu der Zeit, wo sie die Zelle als vollkommenes Insekt verläßt, also den Zustand, in dem die sogenannten Verwandlungen vor sich gehen, wird es geraten sein, hier kurz die verschiedenen Stadien der Entwickelung des Embryo im Ei vom Augenblicke seiner Befruchtung an klar zu legen. Der Gegenstand ist erforscht worden von Tichomiroff (162), Kowalewski (80), Bütschli (18), und 1883 und 1884 publizierte Dr. Grassi (56) eine sorgfältig ausgearbeitete ausgezeichnete Denkschrift, in welcher er bis ins einzelne in die Sache eindringt. Man kann sich eine Vorstellung von seinen Arbeiten machen, wenn man bedenkt, daß er nicht weniger als achtzig Durchschnitte von einem Ei machen mußte, um zu einer geeigneten Deutung zu gelangen. Da ein frisches Ei sehr durchsichtig ist, so war er imstande, einen Vergleich mit den verschiedenen Durchschnitten, die er von frischen Eiern von demselben Alter machte, anzustellen.

Das gelegte Ei bildet einen eirunden, an den Enden abgerundeten Cylinder (*A* Fig. 57). Das obere Ende *n*, welches in

Digitized by Google

der späteren Periode den Kopf der Larven enthält, ist von beiden das stärkste, mehr abgerundet und an ihm befindet sich die Öffnung, Mikropyle (Mitte von *D*). Eine Seite (*d*), die zukünftige Bauchseite, ist konvex, die andere (*e*) konkav. Die sehr dünne Schale oder Chorion ist mit einem feinen Netzwerke mit sechseckigen Maschen bedeckt (*E* Fig. 57). Das Ei besteht aus dem Eidotter, Vitellus, in welchem kein Kern sichtbar ist (*A c* Fig. 57). Bald sieht man an jedem Ende des Eies und am Vorderpole zwei Zellen. Diesen folgen vier u. s. w. Alle bleiben vereinigt und

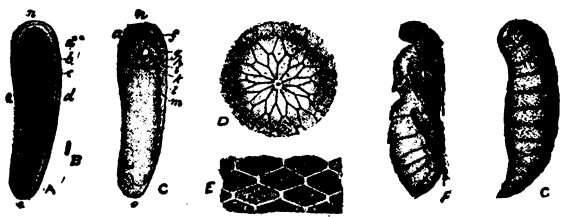


Fig. 57. Entwickelung der Biene.

bilden den Anfang des Keimhäutchens, genannt Blastoderm, von welchem der Embryo sich entwickelt. Die Zellen an der Rückenseite verschwinden bald und lassen den Dotter, der aus öligen Kügelchen besteht, zu einem gewissen Teile unbedeckt. Dann wird von den Zellen, was man Amnion und die Bauchplatte nennt, gebildet. Hierauf erscheinen die Keimschichten, die, indem sie während ihrer Bildung an den Rändern des Amnion über dem Embryo zusammenstoßen, sich schließen. Die Bauchplatten verdicken sich und werden härter, die obere Schicht (Ectoderm) trennt sich von der tiefer liegenden (Mesoderm) und faltet sich nach und nach an der Rückenfläche, die vorderen und hinteren Teile nähern sich und vereinigen sich schließlich, während der Embryo kürzer wird, je mehr sich die Bauchplatte nach der Rückenfläche krümmt.

Das Nervensystem entwickelt sich erst später und erscheint gleichzeitig mit den Luftlöchern. Die Gehirnganglien bilden sich

Digitized by Google

als zwei Verdickungen der oberen Schicht (Ectoderm), erscheinen zu derselben Zeit wie die Fühlhörner und vereinigen sich später bei der Entwickelung des Embryo. Die Bauchkette entsteht als zwei längliche Anschwellungen, die zuerst gänzlich getrennt sind, ebenso ist die obere Schicht (Ectoderm) in der Bildung begriffen. Von hieraus gehen in einem späteren Stadium die Querverbindungen. Die Ganglienkette der Brust (Thorax) und des Hinterleibes besteht aus dreizehn Ganglien und verlängert sich in den Kopf, wo drei Ganglien erscheinen, die aber deutlich von einander getrennt sind.

Von dem Tracheensystem erscheinen zuerst zehn Paare Luftlöcher, ehe sich die Glieder selbst zeigen und nachdem sich das Amnion zu einem Sack vervollständigt hat. Die vorderen erscheinen zuerst und die einwärts gefaltete obere Schicht (Ectoderm), welche Veranlassung zur Bildung der Luftlöcher giebt, wächst inwärts und teilt sich in einen vorderen und hinteren Zweig. Jeder Ring, welcher nun sichtbar wird, hat ein Paar, ausgenommen der erste Ring der Brust und die beiden letzten des Hinterleibes, in welchen die Luftlöcher nicht vorhanden sind. Der seitliche Tracheenstrang wird mit seinem Gefährten an der anderen Seite vereinigt, oberhalb des Schlundes und gleichfalls oberhalb des Mastdarms (Rectum). Die Spiralfasern (Seite 45) erscheinen später. Die Tracheen sind mit Flüssigkeit gefüllt und Luft tritt nur dann hinein, wenn die Larve aus dem Ei kriecht.

Ein Teil des Ernährungskanals, welcher blind ist, erscheint mit den Tracheen, das Fehlende kommt später. Der erstere hat eine Öffnung gerade hinter dem zum Kopfe gehörenden Vorsprunge und in der hinteren Region der Rückenfläche finden sich zwei Paar Gruben, die Veranlassung geben zur Bildung der vier malpighischen Röhren. Der Mastdarm ist zuerst eine einfache Vertiefung, die sich nach rückwärts zieht und einen Kanal bildet. Gerade hinter dem Punkte, wo die beiden Kiefern sich bilden werden, erscheinen zwei nach rückwärts gerichtete Grübchen (Fossæ, *Chi* Fig. 57); es sind die Spinndrüsen. Zwei andere Paare von Organen werden

Digitized by Google

als einhüllende Scheiden der oberen Schicht (Ectoderm) gerade in der Front der Mandibeln (Kiefern, *C g*) gebildet. Am dritten Tage verschwindet das erste Paar. Der Dotter beginnt in Teilen zu verschwinden und konzentriert sich um den zukünftigen Magen, welcher dann eine Höhlung darstellt. Das Rückengefäß wird der Linie entlang gebildet, wo die zwei Schichten der tieferliegenden Mesoderm am Rücken sich treffen. Später, kurze Zeit bevor die Larve das Ei verläßt, beginnen die Röhren sich zu erweitern und enthalten Blutkörperchen. Zwei solide Zellenstränge, unverbunden mit einander, erstrecken sich vom vierten bis zum achten Hinterleibssegmente und geben Veranlassung zur Bildung der Geschlechtsorgane in einer späteren Periode; sie gehen indessen der Entwickelung der Muskeln vorauf. Der Magen ist mit Ectoderm verkleidet, die Seiten biegen sich rund, begegnen sich an der Bauchfläche und bilden eine Röhre. Der zum Kopfe gehörende vorspringende Lappen neigt sich gegen den dritten Tag herab, um die Oberlippe zu bilden (*C f* Fig. 57). Die Fühlhörner, welche nahezu am dritten Tage wachsen, erscheinen gleichzeitig mit den Mundteilen. Von diesen giebt es vier Paar, von welchen das erste vollständig verschwindet, während die anderen die Kiefern (Mandibeln, über *g*) und die Mundteile bilden. Hiernach entwickeln sich die drei Beinpaare nach einander an der Brust, welche gleichfalls am dritten Tage wieder verschwinden. Gewöhnlich am dritten Tage (obwohl abhängig von der Temperatur und zuzeiten verzögert) bricht die Eischale und eine fußlose Larve mit dreizehn Segmenten biegt und streckt sich abwechselnd, um sich von der Eischale zu befreien. Sie liegt auf dem Boden der Zelle leicht gekrümmt (*D* Fig. 1) und bildet mit zunehmendem Wachstum einen vollständigen Ring. Wenn dann aber für diese Stellung kein Raum weiter vorhanden ist, so erhebt sie ihren Kopf oberhalb des Körpers und nimmt eine senkrechte Stellung ein. Das Futter, dessen Zubereitung wir in Kapitel XVII erfahren haben, wird von den Ammen sparsam gegeben und ist in den ersten drei Tagen von gleicher Beschaffenheit und die Larve saugt es mit ihrem Munde und

Digitized by Google

gleichfalls auch mit ihrem Körper ein, soweit er darin schwimmt. Es wird in der Weise von der Larve assimiliert, daß Ausscheidungen gar nicht stattfinden. Nach drei Tagen wird das Futter gewechselt, denn es werden nun nach und nach Honig und verdauter Pollen den Larven gereicht, die zu Arbeitsbienen bestimmt worden sind, jene jedoch, aus welchen Königinnen werden sollen, erhalten während ihres Larvenzustandes ein und dasselbe Futter recht reichlich. Die Drohnen werden gleichfalls nach dem vierten Tage entwöhnt, indem sie jetzt zu ihrem bisherigen Futter Honig und unverdauten Pollen erhalten.

Es ist eine merkwürdige Thatsache, die wir bereits vorhin schon angedeutet haben, daß, bevor die Larve das Ei verläßt, sich schon Anfänge von Füßen finden, die, wie einige glauben, auf Atavismus zurückzuführen sind und auf einen etwaigen alten Typus einer sechsbeinigen Larve hindeuten. M. Balbani (48) jedoch hat gezeigt, daß dies nicht richtig ist, da bei dem Floh sich dasselbe ereignet, indem bei diesem die Füße ebenfalls wieder verschwinden. Die Larve (*G* Fig. 57) ist weiß, mit einem leicht gefärbten Kopfe und zwei dunklern Punkten für die Augen. Wenn die Larve nach verschiedenen Häutungen zu voller Größe herangewachsen ist, hört die Fütterung auf und die Zelle wird verschlossen. Das Kokon wird von Seide vermittelst der Spinndrüsen gesponnen, die sich später zu Speicheldrüsen bei dem vollkommenen Insekte entwickeln (System II und III). Nachdem das Kokon vervollständigt worden ist, was sich bei der Arbeitsbiene gewöhnlich in sechsundreißig Stunden und in vierundzwanzig bei der Königin vollzieht, ruht die Larve einstweilen, um sich nun nach und nach in eine Nymphe oder Puppe zu verwandeln. Wundervolle Umwandlungen gehen jetzt vor sich. Die Mundorgane beginnen sich zu bilden, der Kopf, zunächst in der Brust eingebettet, trennt sich von dieser, die Zusammenschnürung zwischen Kopf und Brust tritt mehr hervor und eine andere Zusammenschnürung zwischen Brust und Hinterleib vollzieht sich gleichfalls. Kleine Vorsprünge erscheinen nach und nach, welche die Füße, die Fühlhörner und die Zunge bilden. Letztere erstreckt

Digitized by Google

sich dem Körper entlang (*F* Fig. 57). Die Flügel bilden sich gleichfalls, zuerst kaum sichtbar, falten sie sich um die Brust gegen die Füße. Die Anfänge des Stachels wie die männlichen Organe der Drohne treten dabei auch in die Erscheinung. Die zusammengesetzten Augen erscheinen zuerst weiß, aber bald beginnen alle Organe Farbe anzunehmen. Der Hinterleib nimmt seine Form an und zeigt den Stachel bei der Königin und Arbeiterin am äußersten Ende, und zwar zuerst an der Außenseite. Hierauf beginnt der ganze Körper sich zu färben und die zum After gehörenden Segmente ziehen sich zu den vorhergehenden, so daß der Stachel nun inwendig seinen Platz erhält. Swammerdam (158) und Newport haben alle diese Umwandlungen bildlich dargestellt.

Aber dies sind noch nicht alle die wundervollen Verwandlungen, welche Platz greifen; die Hirnschale (Cranium) hört auf zu wachsen bei der Larve, ehe sie zur Puppe wird, während die Segmente des Körpers fortfahren an Umfang zuzunehmen. Die Teile, welche das Haupt der zukünftigen Nymphe bilden sollen, fahren fort, unter der unnachgiebigen Hirnschale (Cranium) zu wachsen, von welcher sie sich, je nachdem die Verwandlung weiter schreitet, trennen, entwickeln sich nach rückwärts und dringen gegen den vorhergehenden Teil des ersten Segments vor, wobei die Teile in der unmittelbaren Nachbarschaft in ihrer Entwickelung aufgehalten werden. Dies Segment bildet die abgezehrte Vorbrust des Insekts und ist das erste nach dem Haupte. Aber zu derselben Zeit wird es überschritten von dem zweiten Segment dahinter, der Mittelbrust, welche die Flugorgane stützt. Das dritte Segment entwickelt sich in derselben Weise rückwärts und das vierte, sehr klein an Gestalt, kommt allein als Stielchen vor, das die Brust mit dem Hinterleibe verbindet. Das fünfte Segment ist das erste wahre des Hinterleibes und die letzten drei sind in eins geschmolzen, wodurch drei Segmente für die Brust und sechs für den Hinterleib von den dreizehn Originalsegmenten bleiben.

Bei der Drohne findet sich noch ein Anhängsel-Segment. Während dieses vorgeht, vollziehen sich auch die inneren Verwand-

Digitized by Google

lungen. Bei der Larve sind die Luftlöcher einfach und es finden sich elf an jeder Seite (Girdwoyn 49). Bei der Puppe entwickeln sich die Tracheen in großer Zahl, und Leydig und Weismann (168) haben gezeigt, daß sie durch röhrenbildende Einhüllungen gebildet werden und zu der Zeit, wo die Haut abgeworfen wird, diese Röhren gleichfalls abgeworfen werden. Die Spinndrüsen verschwinden und andere zu anderen Zwecken füllen ihre Plätze aus.

Die Embryolarve hat siebenzehn Ganglien (*A* Fig. 58), eine supra-œsophageale (oder zum Nacken gehörende), drei kleine sub-œsophageale (*H*), welche später in eine verschmelzen, wie man bei *B C* sieht, drei Brust- (*T*) und zehn Hinterleibs-Ganglien (*A b*), von welchen nach Brandt (10) drei sich vereinigen, und die letzte die Hinterleibs-Ganglie der Larve bilden, welche danach nur acht Hinterleibs-Ganglien hat. Wenn der Puppenzustand erreicht ist, so verschmelzen die zweite und dritte Ganglie in der Brust und die erste und zweite im Hinterleibe zu einem einzigen Nervenknoten (*d C*). Andere Ganglien verschmelzen ebenfalls, so daß im vollkommenen Zustande *C* die Arbeiterin fünf Ganglien im Hinterleibe und Drohne und Königin nur vier haben (Brandt).

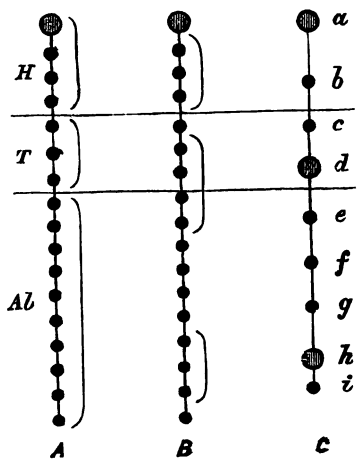


Fig. 58.
Ganglien in verschiedenen Stadien der Entwickelung.

Figur 58 stellt eine Abbildung dar, welche die verschiedenen Stadien im Haupte *H*, in der Brust *T* und im Hinterleibe *A b* darstellt. Die Klammern in der Abbildung *B* zeigen die ver-

Digitized by Google

schiedenen zusammengeschmolzenen Ganglien. *C* zeigt die Ganglien im vollkommenen Zustande der Arbeiterin.

Gierard (48) sagt, der Embryozustand zeige den Darmkanal des Insektes, gebildet aus drei Teilen, dem Munde, den zum After gehörenden Extremitäten durch Einhüllung der äußeren Haut (*C* Fig. 57) und dem Dotter, der die vorderen und hinteren Teile des Darmes trenne. Der mittlere oder Centralteil bildet den Dottersack, und später unterziehen sich die Wände einer Einsaugung und bilden nun eine einzige vereinigte Röhre. Die anhängenden Organe fügen sich an den Darm und bilden Verlängerungen der Wand. In dieser Weise werden die Speicheldrüsen von den Spinndrüsen der Larve am vorderen Teil gebildet und an dem hinteren die malpighischen Gefäße, die man für Harnorgane hält. Eine gehemmte Entwickelung der Larve der Bienen, der Horniſſe und Wespen bewirkt, daß der Mitteldarm blind bleibt, so daß die Larve in der Zelle keinen Kot abgiebt, der im anderen Falle für die Bedingungen ihrer Existenz ein Hindernis sein würde. Die Art und Weise, wie das Innere abgeworfen wird, ist in Kapitel II Seite 9 mitgeteilt.

So wie der Hinterleib seine Gestalt annimmt, zieht sich der Stachel, der zuerst nach außen liegt, wie wir bereits gesehen haben, nach innen am After und zu derselben Zeit werden neue Muskeln und Sehnen gebildet.

Die Entwickelung der Flügel hat die Aufmerksamkeit mancher Naturforscher auf sich gezogen, unter welchen sich Swammerdam (158), Burmeister (17), Pancritius (122), Landois (87), Girard (47), Rehberg (141) und andere befinden. Girard meint, der Flügel entstehe aus einem Bläschen oder flachem Beutel, gestützt von einem Gerüste chitinöser Röhren, welche die Rippen bilden. Wenn bei der Wiedereinsaugung der enthaltenden Flüssigkeit die beiden Membranen sich innig verbänden, so entstände aus dem durchsichtigen Häutchen der Flügel. Die Rippen sind hohl und werden von Tracheen durchzogen, denn die Luft, welche sie enthalten, unterstützen die Ausbreitung der Flügel, die bei den

Digitized by Google

eben ausschlüpfenden Bienen noch weich sind. Während der Periode der Entwickelung der Flügel umgiebt diese Tracheen das Blut.

Mit der Erforschung der Spinndrüsen hat sich vorzugsweise Schiemenz (144) 1883 befaßt. Teile dieser Drüsen stellt Fig. 59 dar. Sie liegen an jeder Seite des Ernährungskanals und bilden spiralförmige Röhren, welche sich im Haupte vereinigen, wo sie als eine Röhre verbleiben, die eine Öffnung in einer konischen Warze der Unterlippe hat.

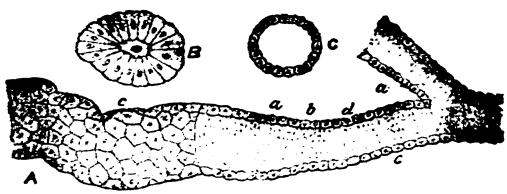


Fig. 59. Spinndrüsen.

Bei diesen Drüsen giebt es zwei sich von einander unterscheidende Strukturen: eine, die sich im vorderen Teile der Öffnung befindet und durch einen Querschnitt *C* in Fig. 59 dargestellt wird, und eine andere, die in *B* Fig. 59 abgebildet ist und bis zu den blinden Enden der Drüsen fortgesetzt wird. Der vordere Teil *C* ist ein Reservoir, dessen Intima, die Verlängerung der Epidermis, von einer Zellschicht umschlossen ist, welche sich gegen das blinde Ende verdickt, wo die Zellen die Form annehmen, wie *B* Fig. 59 zeigt, und eine kleine Röhre umgeben. Dies ist der Drüsenteil, und das Sekret gelangt durch Einsaugung vom Blute zur Oberfläche der Zellen an der Außenseite (*A c* Fig. 59), während die innere Fläche flüssigen Gewebestoff ausschwitzt, der die Röhre füllt. Diese Flüssigkeit wird in einem Reservoir der vier oder fünf Tage alten Larve von der Zeit des Einspinnens an gesammelt. Zu einer späteren Zeit, wenn das Einspinnen beendet ist, schrumpft die das Sekret abgebende Drüse

Digitized by Google

zusammen und nun werden von der Innenseite der Propria nach und nach zuerst das System III und später System II gebildet.

Wir haben bereits früher schon gesehen, daß die Organe der Drohne sehr früh und in einem sehr hohen Grade der Vollkommenheit schon im Puppenzustande sich entwickeln, so daß die Hoden sehr groß an Gestalt sind. Wenngleich die Eikeime später in die Erscheinung treten, so fand Leuckart doch die ersten Spuren der wirklichen geschlechtlichen Organe bei weiblichen Larven sechs Tage nach dem gelegten Ei, und das ist genau der Zeitpunkt, wo der Wechsel des Futters bei den Arbeiterlarven stattfindet. Diejenigen, welche zu Königinnen bestimmt sind, erhalten dasselbe Futter unausgesetzt, das sehr rasch die Eierstöcke entwickelt, während der Wechsel des Futters bei den Arbeiterlarven die Entwickelung zum Stillstand bringt. Deshalb finden wir hier nur die Ansätze der Eierstöcke, wie wir bereits angedeutet haben.

Die Periode der Ruhe nach dem Spinnen des Kokons dauert verschieden, bei den Arbeiterinnen zwei oder drei Tage, der Drohne vier und bei der Königin nur zwei Tage. Die Fütterzeit der Larve dauert gewöhnlich fünf Tage bei der Königin und Arbeiterin und sechs Tage bei der Drohne. Die Zeit, welche die Verwandlungen vom gelegten Ei bis zu der Zeit, wo die ausgewachsene Biene bereit ist, ihre Zelle zu verlassen, beträgt etwa fünfzehn Tage bei der Königin, einundzwanzig bei der Arbeitsbiene und vierundzwanzig Tage bei der Drohne. Wie v. Berlepsch (3) gezeigt hat, sind diese Perioden einer beträchtlichen Veränderung unterworfen, und jeder beobachtende Bienenzüchter hat sicher schon bemerkt, daß das Ausschlüpfen der jungen Bienen öfter über die bezeichnete Zeit hinaus erfolgt.

Digitized by Google

Kapitel XXIII.

Zwitterbienen.

Abnormale Bienen. — Ihr öfteres Vorkommen. — Wann zuerst bemerkt. — Eigentümliche charakteristische Merkmale. — Vereinigung des Geschlechtes. — Unvollkommene Befruchtung. — Unvollkommene Ernährung. — Cyclopen. — Albino-Bienen oder Kakerlaken.

Wenngleich wir gesehen haben, daß eine befruchtete Königin auch imstande ist, die Eier zu befruchten und so weibliche oder männliche Bienen hervorzubringen, so ereignet es sich doch zuzeiten, daß abnormale Bienen sich in einem Stocke finden, d. h. solche, welche Teile verschiedener Geschlechter bei einem Einzelwesen aufweisen. Dergleichen Fälle kommen mehr vor als man gewöhnlich voraussetzt. Sie wurden zuerst von Lucas (103) 1808 beobachtet. Seit der Zeit sind sie mehrfach erwähnt, untersucht und beschrieben worden in der Bienenzeitung von Dr. Dönhoff 1860, v. Siebold 1865, Leuckart 1866, von v. Berlepsch (3), Aßmuß 1866 und von anderen. Girard (48) meint, sie kommen öfter in manchen Stöcken vor, einige mit dem Kopfe und der Brust einer Arbeitsbiene und dem Hinterleibe einer Drohne und männlichen Geschlechtsgliedern, andere als Drohnen mit Stachel und den mehr oder weniger entwickelten Giftdrüsen. v. Siebold, welcher sorgfältige Zergliederungen vornahm, fand eine Verbindung der geschlechtlichen Teile und deshalb nannte er solche Bienen Zwitterbienen, Hermaphroditen. Die Entwickelung der inneren Organe hatte sich nach den Eigentümlichkeiten der äußeren geregelt. Bei den Bienen mit dem Hinterleibe der Arbeiterinnen fand er die Samentasche und die Eierstöcke gegenwärtig, aber leer, den Stachel mit seinem Bläschen und Drüsen gut entwickelt. Bei denen mit dem Drohnen-

Digitized by Google

hinterleibe waren die Geschlechtsorgane gut entwickelt und die Hoden enthielten Samenfädchen, wohingegen die Eierstöcke, Stachel und Giftblase sehr unvollkommen sich erwiesen. Er schreibt die Erzeugung solcher Bienen der unvollkommenen Befruchtung des Eies zu.

Herr Dodge*) berichtet, daß er unter andern in Arbeiterzellen erbrüteten Bienen einige hatte mit Drohnen-Hinterleib und Brust und mit einem Arbeiterinnen-Kopfe, dann wieder solche mit Arbeiterinnen-Hinterleib und Brust und mit einem Drohnen-Kopfe, wieder andere mit Drohnen-Hinterleib und Brust und mit der einen Hälfte des Kopfes einer Arbeiterin und mit der anderen Hälfte einer Drohne gleich, dann wieder andere mit Arbeiterinnen-Hinterleib und Brust und mit einem halben Arbeiterinnen- und einem halben Drohnen-Kopfe.

v. Berlepsch (3) erwähnt eine Anzahl ähnlicher und anderer Fälle und behauptet, es sei die Folge einer nur teilweisen Befruchtung des Eies, entweder infolge einer schadhaften Mikropyle oder einer Krankheit der Samenfädchen oder auch, daß diese nicht hatten vollständig in den Dotter dringen können, oder daß sie unvollkommen entwickelt seien und nicht die Kraft hatten, das Geschlecht vollständig auszubilden.

Wir glauben, daß die Ernährung viel damit zu thun hat, daß solche Fälle vorkommen, und da wir gesehen haben, daß die Bienen das Futter, je nach den verschiedenen Erfordernissen, verändern, so ist es nicht schwer zu begreifen, wie eine nachlässige Verabreichung des Futters jene abnormen Erscheinungen des Geschlechtes, wie wir sie beschrieben haben, hervorbringt.

Fig. 60. Cyclop.

Lucas (103) erwähnt einen merkwürdigen Fall mit einer Arbeitsbiene, bei der beide Augen ohne Teilung in eins verschmolzen waren (Fig. 60), die er Cyclop nannte.

Hierneben finden sich die Albino-Bienen oder Kakerlaken.

*) American Bee Journal, Vol. XV.

Digitized by Google

Wir haben zwei Gläser vor uns mit etwa hundert Drohnen, die von einem Volke aus den Jahren 1885 und 1886 stammen. Jede Drohne hat zusammengesetzte und einfache weiße Augen. Sie sind uns von unserem Freunde M. Bertrand verehrt worden. Dergleichen Bienen sind nicht selten und werden von v. Berlepsch (3), Vogel (166) und anderen erwähnt. Girard (48) hat sie ebenfalls bei Drory in Bordeaux gesehen.

Major v. Munn beschreibt sie in der Bienenzeitung 1886 und berichtet, daß, wenn man sie in ein Kistchen that, sie herauskrochen, auf dem Tische entlang gingen und auf den Fußboden fielen; sie konnten zuversichtlich nicht sehen, da sie nicht nach dem Fenster flogen. Vogel untersuchte sie mikroskopisch, fand die Augen gänzlich durchsichtig und ohne Pigment. Die Haare und einfachen Augen waren auch gänzlich weiß. Wir haben manche ähnliche Drohne als Merkwürdigkeiten zugesandt erhalten.

Vogel erzählt, daß er bei einer Gelegenheit Arbeitsbienen hatte, welche über und über vollkommen weiß waren.

Digitized by Google

Kapitel XXIV.

Wachs- und Wabenbau.

Thorleys Ansichten. — Martin John. — Willemi und der Lausitzer Bauer. — Wachsschuppen. — Hunter und Huber. — Wachsblättchen. Drüsen. — Flüssiges Wachs. — Wachstaschen. — Freiwillige Sekretion des Wachses. — Hubers Versuche. — Wachs, produziert von zuckerhaltigen Substanzen. — Dumas und Milne-Edwards. — Pollenbedürfnis. — Wie viel Honig zur Wachserzeugung nötig ist. — Thätigkeit des Schwarmes. — Ketten der Bienen. — Bau der Waben. — Zuerst sind die Zellen rund. — Tegetmeiers Versuch. — Ursache der sechseckigen Zelle. — Unregelmäßige Zellen. — Versuche und Messung verschiedener Waben. — Ungleichheit der Arbeiterzellen. — Veranlassung dazu. — Abweichungen im Boden der Zellen. — Falsche Stellung. — Neigung der Zellenreihen. — Anheftung. — Viereckige und Übergangszellen. — Veränderung der Winkel. — Aushöhlen. — Königin-Zellen. — Farbe des Wachses vom Pollen. — Zusammensetzung. — Spezifisches Gewicht. — Zellendeckel. — Schluß.

Von allen Entdeckungen, welche mit der Honigbiene in Verbindung stehen, wird die der Produktion von Wachs stets zu den wichtigsten und interessantesten gerechnet werden.

Obwohl diese Entdeckung gewöhnlich einem Lausitzer Bauern zugeschrieben wird, so erwähnt sie doch schon Thorley (161) 1744 mit folgenden Worten:

„Verschiedene Jahre, nachdem ich Imker geworden war, beschäftigte mich aufs eifrigste der Wunsch, zu erfahren, wie und woher die Bienen das Wachs holten. Ich wußte recht gut, daß das grobe Material (Pollen) ganz anderer Natur war und zu mannigfachem Gebrauche verwandt wurde, allein ich war eine lange Zeit hindurch nicht imstande, das Geheimnis zu durchdringen.

Digitized by Google

Zuletzt, als ich einst einen Bienenstock beobachtete, dessen Bevölkerung sehr geschäftig bei der Arbeit war, bemerkte ich unter den anderen eine Biene, als sie auf dem Flugbrette saß, von ganz besonderer Erscheinung. Ich ergriff sie sofort, ehe sie in den Stock kommen konnte und fand zu meiner Freude, was ich bis dahin vergebens gesucht hatte. Unter dem Körper, innerhalb der Falten waren nicht weniger als sechs Stückchen festen Wachses befestigt, vollkommen weiß und durchsichtig, ähnlich dem Gummi. Drei saßen auf einer Seite und drei auf der anderen, die dem Anscheine nach an Größe und Gewicht gleich waren, so daß der Körper der Biene richtig abgewogen und der Flug nicht im mindesten durch Ungleichheit beeinträchtigt erschien. Ich habe das öfter bemerkt und einmal nahm ich acht Stücke fort und wußte, daß es Wachs war und sonst nichts. Sagt das nicht genug?"

Es scheint, daß die Entdeckung nicht allgemein bekannt war, ebenso wenig, daß Martin John (74) schon 1684 eine ähnliche Entdeckung gemacht hatte, denn am 22. August 1786 schrieb M. Willelmi an M. C. Bonnet (8), daß ein deutscher Bauer, ein Mitglied eines Bienenzüchter-Vereins, die Entdeckung gemacht habe, daß das Wachs zwischen den Ringen des Unterleibes (Fig. 61) in der Gestalt von Schuppen hervorträte. Unglücklicherweise erwähnt M. Willelmi den Namen des Lausitzer Bauern nicht, stellt aber fest, daß die Wachsschuppen mit der Spitze einer Nadel von einer bauenden Biene entfernt werden können. Infolge dessen richtete Hunter (69) 1792 seine Aufmerksamkeit auf die Wachsdrüsen und Huber (68) begann 1793 eine Reihe von Versuchen, welche die Entdeckung bestätigten und bewiesen, daß Wachs von Honig produziert und nicht gesammelt werde, wie Réaumur (139) und andere voraussetzten.

Fig. 61.
Wachsblättchen.

Wir haben bereits (Seite 41) gesehen, daß an den vier

Digitized by Google

Bauchschuppen (*c d e f* Fig. 22) ein Gerüst von Chitin sich befindet, welches zwei durchsichtige Flächen, die Spiegel, umschließt. Eine dieser Bauchschuppen sehen wir in Fig. 62 vergrößert. Das Bild wurde nach einer photomikroskopischen Aufnahme angefertigt und zeigt die durchsichtigen Flächen (Spiegel, *b b*), wo die Wachsschüppchen entstehen. Der dunkele Teil zeigt das harte Chitingerüst, die sogenannte Hornleiste, welche die Spiegel umgiebt und bei *a* sich teilt. Diese Scheidewand *a* wird Septem oder Carina ge-

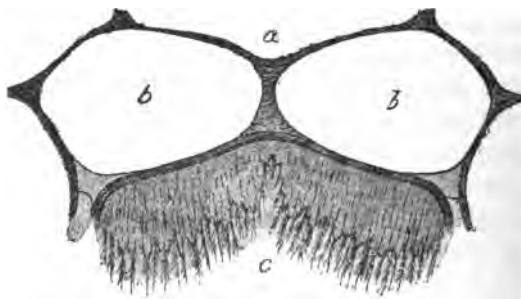


Fig. 62. Bauchschuppe der Arbeitsbiene.

nannt. Die durchsichtigen, wachserzeugenden Spiegel sind unregelmäßig, fünfeckig an Gestalt und bedeckt durch unmittelbar darüber liegende Segmente (Bauchschuppen).

Der untere Teil, welcher die darunter liegende Schuppe überhängt, ist von hartem Chitin und mit gefiederten Haaren versehen (*c*). Die ebenen Spiegel sind leicht gesenkt und bilden die Formen, in welchen sich die Wachsblättchen nach der Sekretion bilden. Das Sekret tritt, wie Latreille (90) gezeigt hat, durch die Spiegel in einem flüssigen Zustande und kommt von den darunter liegenden Drüsen. Bei der Königin und Drohne sind die Spiegel nicht vorhanden. Bei der ersteren sind die Schuppen zwar breit, aber mit kurzen Haaren versehen, während bei der letzteren sich ein paar starke Haare und schmalere Schuppen finden.

Digitized by Google

Die wachsschwitzenden Drüsen (sechsseitige Zellen, welche Körnchen und einen Kern enthalten) liegen unmittelbar unter den durchsichtigen Spiegelmembranen und gehen nicht über die Hornleiste hinaus.

H. Holz, welcher sie in der Bienenzeitung 1878 beschreibt und abbildet, sagt, die Fettzellen seien mit der Membrane durch Röhren verbunden, durch welche das flüssige Wachs nach der Membrane fließe und diese durchströme, wenn die Temperatur 95° bis 98° Fahrenheit betrage.

Latreille (90) hat gezeigt, daß die durchsichtigen Spiegel aus zwei Schichten, der äußeren und inneren, Epidermis und Hypodermis, bestehen. Ein weiches Gewebe, gebildet durch Einsickerung des Sekrets, befindet sich zwischen den beiden Schichten. Blanchard fand gleichfalls, daß das Wachs, welches durch die Drüsen innerhalb des Hinterleibes sich bildet, durch die durchsichtige Spiegelmembrane schwitzt.

Das flüssige Wachs wird in der Vertiefung geformt. Der darüber liegende harte Teil des Segments preßt es in der Weise, daß es die bekannte Form annimmt und die kleinen Blättchen (*A* Fig. 63), wenn sie erhärtet und fest geworden sind, können nun aus den sogenannten Wachstaschen, wie man diese gewöhnlich nennt, gezogen werden.

Nicht zu allen Zeiten wird Wachs geschwitzt, aber seine Erzeugung ist eine freiwillige. Zur Wachsschwitzung ist eine Temperatur von 87° bis 98° Fahrenheit erforderlich, welche die Bienen durch ein enges Aneinanderschließen zu einer dichten Traube herstellen können. Die Wachsschuppen gleichen dem Glimmer, sind durchsichtig, sehr spröde und gelblichweiß. Während des Bauens sehen sie unter den Segmenten hervor, wie man Fig. 61 sieht. Sie werden durch die Hinterfüße, die Seite 30 beschrieben wurden, hervorgezogen, deren Zangen die Blättchen durchbohren (*A* Fig. 63); sie werden dann auf die Vorderfüße übertragen, gelangen darauf in den Mund, um von den Kiefern (*B* Fig. 63) mit einer Zugabe von Speichel, welcher das Wachs

Digitized by Google

verändert und knetbar macht, verarbeitet zu werden. Dr. Planta*) fand, daß sehr viel Speichel in das zum Wachsbau zubereitete Wachs tritt, den er aber in den Wachsblättchen nicht wahrnahm.

Huber führte eine Reihe von Versuchen aus, die er zuzeiten wiederholte, mit dem Ergebnis, daß Bienen, gefüttert mit Honig und Wasser, Wachs erzeugten, während sie, mit bloßem Pollen gefüttert, kein Wachs schwitzten. Er fand auch, daß Bienen, welche mit Zuckerlösung gefüttert wurden, gleichfalls imstande waren, Wachs zu erzeugen und daß bei verschiedenen aufeinander

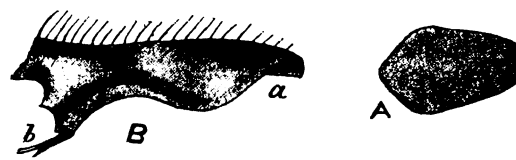


Fig. 63.
Kiefer der Arbeitsbiene nebst Wachsblättchen.

folgenden Proben solche Völker, welche Zucker erhielten, mehr Wachs erzeugten als die mit Honig gefütterten. Brauner, feuchter Zucker ergab das meiste Wachs. Diese Versuche wurden vollkommen bestätigt von Dumas und Milne-Edwards (35), welche 1844 Hubers Versuche wiederholten und fanden, daß 500 Gramm Zucker 30 Gramm Wachs lieferten, während dieselbe Menge Honig nur 20 Gramm ergab. Andere Beobachter, wie Gundelach und v. Berlepsch, sind zu ähnlichen Ergebnissen gelangt, so daß Hubers Feststellungen als feststehend gelten können.

Wenngleich nun Honig oder zuckerhaltiger Stoff nur nötig ist, so haben doch v. Berlepsch und andere sich dahin ausgesprochen, daß die Bienen ohne Pollen nicht auskönnen, den enormen Verbrauch an Gewebe bei der Wachssekretion eine längere Zeit hindurch zu ersetzen. Der Pollen unterstützt also indirekt die Wachs-

*) British Bee Journal, 1883, Seite 267.

Digitized by Google

produktion. Die genaue Angabe der Menge von Honig, der verzehrt werden muß, um eine bestimmte Menge Wachs zu erzeugen, hat noch nicht stattgefunden und sind die Männer der Wissenschaft darüber noch verschiedener Ansicht.

Versuche sind in dieser Beziehung von Gundelach (60), von v. Berlepsch (3) und Dönhoff (31) gemacht worden, die zu verschiedenen Resultaten führten, wohl infolge der verschiedenen angewandten Methoden wie auch der Schwierigkeiten bei den Versuchen.

Gundelach fand, daß 17 Pfund Honig nötig seien, wenn die Bienen 1 Pfund Wachs ohne Pollen produzieren wollen, wohingegen v. Berlepsch behauptet, 16 bis 19 Pfund Honig ergäben dieselbe Menge unter denselben Umständen. Bei Zuckerfütterung ohne Pollen ergäben 16 Pfund 1 Pfund Wachs; wenn sie dagegen beides hätten, so seien 10 Pfund Honig nur nötig zu 1 Pfund Wachs. Dönhoff jedoch behauptet, daß unter ähnlichen Verhältnissen 10 bis 21 Pfund Honig erforderlich seien. Wiederholte Versuche von M. G. de Layens*) haben bewiesen, daß 6,3 Gramm Honig verzehrt werden müssen, um 1 Gramm Wachs zu produzieren.

Wenn ein Schwarm in einen leeren Stock gebracht wird, so hängen sich die Bienen an der Decke desselben in der Weise auf, daß sie Ketten bilden (Fig. 64). Die erste Biene hängt sich mit ihren Krallen der Vorderfüße an die Decke, die zweite hakt sich an die Hinterfüße der ersten und so geht es weiter. In dieser Weise befestigen sie Ketten, die als Brücken oder Leitern dienen, an beiden Enden der Decke. Der Erfolg dieser Kettenbildung ist die Traube oder der Bienenknäuel, der abwärts, dem Boden des Stockes zu, hängt. In dieser Stellung verbleiben sie bewegungslos und beschaffen dabei eine hohe Temperatur, wodurch der Honig in Wachs umgewandelt wird und dieses an der Oberfläche der Wachstaschen erscheint. Wenn das Wachs die erforder-

*) Bulletin d'Apiculture pour la Suisse Romande 1886, p. 215.

Digitized by Google

liche Eigenschaft angenommen hat, so löst sich eine Biene von der Traube los und klebt es, nachdem sie es durch Speichelzufügung baufähig gemacht hat, wie wir bereits angedeutet haben, an die Decke. Zu dieser ersten Schicht werden andere hinzu-

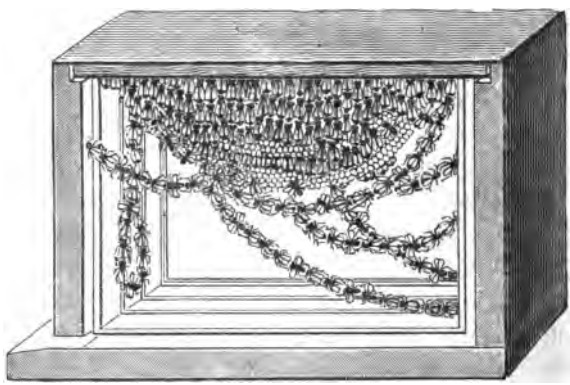


Fig. 64.
Ketten bauender Bienen.

gefügt, bis all ihr Wachs erschöpft ist. Andere Bienen thun dasselbe und legen so den Grund zu dem Bau. Zuletzt hängen kleine formlose Blöcke von Wachs von der Decke herab. Diese Blöcke werden von den Bienen mit ihren Kiefern ausgeschaufelt und zu Zellen geformt. Was ausgeschaufelt wird, fügen sie an die Ränder.

Während die Arbeitsbienen darüber aus sind, die Mittelwand zu verlängern und die ersten Zellen ihre Form erhalten haben, werden neue angesetzt, so daß die Arbeit mit wunderbarer Schnelligkeit fortschreitet.

Jede Zelle bildet ein sechseckiges Gefäß, das an einer Seite durch einen pyramidenförmigen Boden geschlossen ist, indem drei Rhomben einander begegnen. Diese bilden die Mittelwand. Die Zellen an der entgegengesetzten Seite sind ähnlich, aber so gestellt,

Digitized by Google

daß der Boden jeder einzelnen Zelle die Böden von drei gegenüberstehenden bildet.

Die Bienen beginnen die Ausschaufelung der Zelle an der Basis mit ihren Kiefern, welche, wie *B* Fig. 63 zeigt, bewundernswürdig zu diesem Zwecke geeignet sind.

Das abgeschaufelte Wachs wird, wie schon gesagt, an die Zellenränder geheftet. Alle Zellen werden in derselben Weise in Arbeit genommen, wie Tegetmeier (159) durch seine Versuche gezeigt hat. Er sagt:

„Meine ersten Versuche bestanden darin, einen flachen Block von Wachs mit parallelen Seiten in einen Stock mit einem frischen Schwarme zu bringen. In diesen Block wurden die Zellen durch die Bienen in unregelmäßiger Entfernung gegraben. In jedem Falle, wo die Aushöhlung isoliert stand, war sie halbzirkelförmig und das entnommene Wachs an den Rand geheftet, gleich als wie um eine cylinderförmige Zelle zu bilden. Wo Aushöhlungen in Verbindung mit anderen früher hergestellten gebildet wurden, erhielten die Zellen flache Seiten, wurden aber infolge ihrer unregelmäßigen Stellung nicht unbedingt sechseckig".

Die Art und Weise, wie die Bienen ihre Zellen bilden, ist genau von Dr. K. Müllenhoff (113) beobachtet worden. Er hat gezeigt, daß gegenseitige Berührung die sechsseitigen Zellen bildet, wie alle Kreise, die mit einander in Berührung kommen, natürlicherweise diese Form annehmen. Er bezieht sich auf Buffons Versuch mit in ein Glas geschütteter Erbsen, die durch gegenseitige Berührung in sechsseitige Formen schwollen. Er zeigt gleichfalls, daß die Zellen sich ebenso verhalten, wie mit einander in Berührung gekommene Seifenblasen, die, wenn isoliert, rund sind, aber indem sie sich berühren, da, wo die Häutchen sich vereinigen, eine vollkommen flache Wand bilden. Wenn viele bei einander stehen, so werden die in der Mitte befindlichen sechseckig, während jene an der Außenseite ihre freie Fläche gekrümmt zeigen. Waterhouse (167) richtet die Aufmerksamkeit gleichfalls hierauf und jeder beobachtende Bienenzüchter wird dasselbe wahrnehmen, wenn auch von

Digitized by Google

einigen noch verleugnet. Die Rhomben werden auf dieselbe Weise durch zwei Schichten gebildet, die in entgegengesetzter Richtung gegen einander pressen.

Es ist gezeigt worden, daß die Vollkommenheit und anscheinende Genauigkeit der Struktur nicht im geringsten der Entwickelung eines mathematischen Instinktes der Bienen oder einer künstlerischen Geschicklichkeit zuzuschreiben ist, sondern es handelt sich hier um einfache physikalische Gesetze, die von der Methode der Arbeit abhängig sind, oder wie Müllenhoff sagt: um den statischen Druck nach den Gesetzen des Gleichgewichts.

Die Zellen sind sechseckig, und es giebt sehr gute Gründe für diese Form. Mathematiker haben bewiesen, wie Dr. Reid (140) hervorhebt:

„Es giebt nur drei Formen von Zellen, die alle einander gleich und ziemlich ohne nutzlose Zwischenräume hergestellt werden können. Diese sind: das gleichseitige Dreieck, das Viereck und das reguläre Sechseck. Es ist den Mathematikern wohl bekannt, daß es einen vierten Weg nicht giebt, eine Ebene in kleine Teile zu zerlegen, die gleich, ähnlich und regelmäßig sind, ohne irgend welche Zwischenräume zu lassen".

Das Viereck und Dreieck würden wegen der Winkel unzweckmäßig sein, denn der runde Körper der Puppe kann nur den eingeschlossenen Kreis verwerten. Das Sechseck aber kommt dem Puppenkörper näher als das Viereck und Dreieck. Das Sechseck hat auch einen kleineren Umfang denn irgend eine Form der beiden anderen, so daß bei der Konstruktion des Sechsecks eine Ersparnis des Materials eintritt. Aber auch am Boden, der zugleich der Gestalt der Puppe am besten entspricht, findet eine Ersparnis statt. Wenn irgend ein anderer Winkel angenommen würde, so müßte, wie Lhuilier (97) andeutet, viel mehr Wachs verwandt werden, und wenn die Mittelwand flach gebaut würde, so erforderte das eben so viel Wachs, um fünfzig Zellen zu konstruieren, als dazu gehörte, um einundfünfzig mit pyramidalen Boden herzustellen. Es ist bekannt, daß Maraldi (106) die Form der Zellen der

Digitized by Google

Biene erforscht und die Winkel der Rhomben beschrieben hat, ebenso wie Réaumur (139), der dies späterhin that, und es ist ein Stück der Geschichte dieses Gegenstandes, daß Königs Schlußfolge, dem das Problem zur Lösung überantwortet war, von jener Maraldis um zwei Minuten differierte. Wir haben hier keinen Raum für die Geschichte, aber so viel wollen wir hier feststellen, daß es selbst mit unseren genauen Instrumenten der Gegenwart unmöglich ist, die Winkel des Zellengerüstes der Biene zu messen, ohne die Möglichkeit in einen Irrtum von einem bis zwei Graden bei jedem Winkel zu verfallen, da die Winkel einer Zelle nirgends scharf bestimmt sind und die Oberflächen nicht ganz genaue Ebenen bilden. Vater Boskowich scheint die erste Person gewesen zu sein, der Maraldis Messung in Frage stellte und voraussetzte, daß die Ausmessung der Winkel zu bedenklich sei, um ausgeführt werden zu können, und daß die Zusammenstimmung mit der Theorie einzig erfolgen könne bei seiner Annahme, daß der Neigungswinkel der rhomboidalen Ebene derselbe sei, wie der des Sechsecks. (Lord Brougham, Nat. Theol.) Lord Brougham (15) sagt indessen: „Ich kann bestimmt keine Unregelmäßigkeiten finden", und weiter: „Das ‚Beinahe ganz' (inbezug auf Lhuiliers Kritik, daß die Bedingungen, welche Theorie und Beobachtung erforderten, ‚beinahe ganz' übereinstimmten) ist gänzlich inkorrekt, denn es ist eine absolute und vollkommene Übereinstimmung zwischen Theorie und Beobachtung".

Wyman (171) unternahm eine Anzahl von Messungen und sagt:

„Wenn die Ökonomie des Raumes und des Wachses gesucht wird, so sollte nur allein die Form der Zelle das einzige sein, was man in Betracht zieht, wie sie Maraldi bestimmt und von König und hundert anderen seit der Zeit berechnet worden ist. Sorgfältige Beobachtungen indessen pflegen zu beweisen, daß solch eine Zelle sich selten findet, vielleicht niemals in Wirklichkeit existiert. Denn während die Abweichungen von der richtigen Zelle eine gewisse Grenze nicht überschreiten, kann doch ein Stückchen Wabe

Digitized by Google

von zehn Zellen quadrat kaum gefunden werden, in welchen nicht eine oder mehrere Unregelmäßigkeiten von solcher Größe vorkommen, daß, in was für einem Grade sie dem Bienenauge auch erscheinen

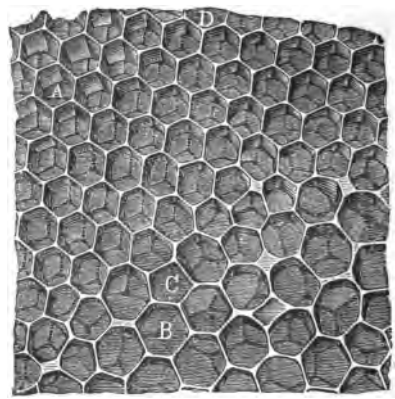


Fig. 65.
Wabe mit verschieden geformten Zellen.

mögen, sie doch sehr leicht durch das menschliche Auge entdeckt werden können.

Die besten Beobachter, wie Réaumur (139), Huber (68), Hunter (69) und andere haben einige dieser Unregelmäßigkeiten bemerkt, sind jedoch darüber hinweggegangen, ohne sie kaum zu erwähnen.

Indem wir uns sehr für diesen Gegenstand interessierten und um uns in dieser Beziehung vollkommen zu überzeugen, so beschlossen wir vor einigen Jahren, eine Reihe von Messungen an Naturwaben auszuführen. Wir haben gleichfalls eine ganze Anzahl von Abdrücken einzelner Naturwaben gemacht, welche die größeste Genauigkeit inbezug der Zellen hatten. Die von uns untersuchten Waben waren von schwarzen Bienen in England, italienischen Bienen in Italien, von Krainer Bienen in der

Digitized by Google

Schweiz, desgleichen von verschiedenen Bienen in Kanada und den Vereinigten Staaten von Nordamerika gebaut worden.

Es würde unmöglich sein, innerhalb der Grenzen dieses Buches alle unsere Versuche hier anzuführen, weshalb wir uns begnügen, in der Kürze einen Auszug davon zu geben.

Es giebt verschiedene Größen der Zellen in einem Bienenstocke. Die Arbeiterzellen (*A* Fig. 65 und *D* Fig. 1) sind $^1/_5$ eines englischen Zolles zwischen den parallelen Seiten und $^{13}/_{64}$ Zoll von einem Winkel zum anderen querüber. Die Drohnenzellen (*B* Fig. 65 und *K* Fig. 1) sind $^1/_4$ Zoll zwischen den parallelen Seiten und $^9/_{32}$ Zoll zwischen den Winkeln.

Nach Abbé Collin (26) befinden sich auf einem Quadratzoll Wabe auf jeder Seite 27,5 Arbeiter- und 17,09 Drohnenzellen, im Durchschnitt findet man auf einer größeren Fläche nicht mehr als 25 und 16 Zellen, und diese Anzahl nimmt man auch gewöhnlich an. Die Dicke der Arbeiterwabe mit zwei Zellen und der Mittelwand mißt etwa $^7/_8$ eines Zolles, bei Drohnenbau $1^1/_4$ Zoll. Hierneben giebt es Königinzellen (*F G H* Fig. 1) und was man Übergangszellen nennt (*C* Fig. 65 und *L* Fig. 1), desgleichen Heftzellen (*M* Fig. 1) und Honigzellen (*I* Fig. 1). Alle Arbeiter-, Drohnen-, Übergangs- und Heftzellen werden zur Füllung mit Honig benutzt. Diese Zellen sind wagerecht mit einer Neigung nach oben, den Öffnungen der Zellen zu, gebaut, einige sind leicht gekrümmt mit Ausnahme der Königinzellen, die mit ihren Öffnungen nach unten hängen.

Die Größe einer Arbeiterzelle zwischen den beiden parallelen Seiten beträgt durchschnittlich $^1/_5$ Zoll oder 0,2 (*A* Fig. 65, welche nach einer Naturwabe aufgenommen worden ist). Wir sagen „durchschnittlich", weil beträchtliche Abweichungen vorkommen in verschiedenen Teilen ein und derselben Wabe, wie Réaumur und Huber gefunden haben. Indem wir unsere Versuche ausführten, nahmen wir unsere Messungen an drei Stellen jeder Wabe vor und in jedem Falle nach drei Richtungen der parallelen Seiten hin. Auf diese Weise erhielten wir von jeder Wabe neun Messungen.

Digitized by Google

Um dem Vorkommen von Fehlern bei den Messungen nur einer Zelle möglichst vorzubeugen, suchten wir zehn Zellen aus, welche, indem wir 1/5 Zoll auf jede Zelle rechneten, den Raum von zwei Zoll einnahmen. Im ganzen wurden von uns sechsunddreißig Messungen vorgenommen und wir fanden die größesten gemeinsamen Durchmesser einer Reihe von zehn Zellen in dem Betrage von 2,11 Zollen und die geringsten 1,86, ein Unterschied der Durchmesser von ein wenig mehr als 1¼ Zellen. Darauf maßen wir ein großes Stück Wabe und fanden sechszig Zellen, welche nach der Theorie einen Raum von 12 Zoll haben mußten. Die Messungen wurden an drei verschiedenen Waben gemacht, aber sie zeigten viele Abweichungen. So z. B. maß eine Reihe von Zellen von 2 Zoll am oberen Ende gemessen 12,10 Zolle und 4 Zoll vom oberen Ende 12,00 und 2 Zoll niedriger 12,01 Zolle. Zehn Zellen von jeder in den oberen Reihen zeigten beträchtliche Abweichungen. In der ersten Reihe war der gesamte Durchmesser von zehn Zellen am Ende 2,07, in der Mitte 1,98 und am anderen Ende 2,08. In der zweiten Reihe waren die Durchmesser 2,10, 1,95 und 1,98, in der dritten Reihe 2,00, 1,95 und 2,05. Hieraus wird man ersehen, daß die Abweichung keine regelmäßige ist, aber allgemein gesprochen, nehmen die Zellen an Größe gegen das Ende hin zu, obwohl auch dies nicht unabänderlich der Fall ist. Alle diese Waben waren von schwarzen Bienen in natürlicher Weise gebaut worden. Doch bemerken wir hierbei, daß Messungen, welche an von Krainer Bienen gebauten Waben vorgenommen wurden, dieselben Abweichungen ergaben, nur war die durchschnittliche Größe ihrer Zellen etwas stärker.

Diese Abweichung der Durchmesser ist sicher keine Folge der Ausdehnung, denn bei unserer ersten Messung fanden wir die Anhäufung von sechszig Zellen zwischen den parallelen, senkrecht stehenden Seiten. Wenn die Wabe sich nach unten gelängt hätte, wären die Zellen zusammengedrückt gewesen. Die Durchmesser waren thatsächlich ein wenig größer als die der anderen Seiten, denn während diese 12,17 maßen, waren jene 12,10 und 11,58.

Digitized by Google

Es sind dies indes nicht die einzigen Abweichungen, denn es giebt noch bemerkenswertere am Boden der Zellen. Huber (68) und Bevan (4) haben einige davon bezeichnet. Diese Abweichungen stoßen alle die Probleme der Mathematiker in dieser Beziehung um. Die Größe der Rhomben kann so wechseln, daß zwei von ihnen beinahe den ganzen Raum einnehmen, während die dritte *fast* verschwindet und eine vierte in die Erscheinung tritt. Die vierte Fläche hat man oft denjenigen Zellen zugeschrieben, welche unmittelbar zwischen Drohnen- und Arbeiterzellen liegen, aber sie findet sich ebenso oft in der Mitte von Arbeiter- sowohl wie Drohnenwaben. Die Gründe der Aufführung der vierten Fläche

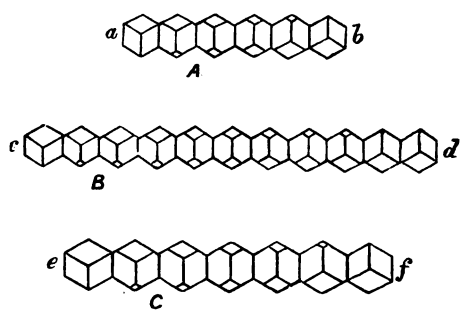


Fig. 66. Verschiedenheit der Zellenböden.

liegt in der Abweichung der Größe der Zellen oder einer ungenauen Einrichtung derselben auf den beiden Flächen der Wabe. Wenn eine Zelle so konstruiert worden ist, als sie sein sollte, so kommen die Ränder der drei Rhomben mit den Seiten der Zellen in Verbindung; wenn die Zelle aber größer wird, so muß sie überstehen und mit der vierten in Verbindung kommen, wodurch eine neue Fläche gebildet werden muß. Dies ereignet sich sogar bei einer Zelle, aber noch viel mehr bei einer ganzen Reihe von vier zu acht oder neun.

Die Abbildung (*A* Fig. 66) zeigt allmählige Einführung der vierten Fläche und einen vollständigen Wechsel von *a* nach *b* bei

Digitized by Google

sechs Zellen, während der Wechsel in Fig. *B* von *c* nach *d* bei zehn oder elf Zellen stattfindet.

Was wir inbezug auf die Arbeiterzellen gesagt haben, bezieht sich auch auf die Drohnenzellen (*B* Fig. 65), welche $^1/_5$ größer sind. *C* Fig. 66 zeigt eine Reihe von diesen, wo die Abweichung von *e* nach *f* bei sieben Zellen stattgefunden hat.

Neben der bezeichneten Unregelmäßigkeit, die von unrichtiger Abmessung an beiden Seiten der Wabe herrührt, giebt es noch eine andere, welche wir bei Drohnenwaben bemerkt haben, jedoch niemals bei Arbeiterwerk, trotzdem Wyman (171) ein Beispiel anführt, wo eine solche Unregelmäßigkeit wahrgenommen sein soll. Fig. 67 erklärt diese Abweichung. Die dicken Linien bezeichnen die Zellen an einer Seite der Wabe und die dünnen die an der anderen. In diesem Falle ist der pyramidale Boden unmöglich, den wir deshalb auch flach finden.

Fig. 67. Verschiedenheiten bei Drohnenwaben.

Man hat gewöhnlich angenommen, daß die Bienen damit beginnen, eine Reihe von Zellen an die Decke der Wohnung oder an das Rähmchenoberteil zu bauen und parallel fortzuführen, aber das ist keineswegs immer der Fall. Wir haben vor uns Waben, welche von Krainer Bienen gebaut und einem mit flachem Deckel versehenen Strohkorbe entnommen worden sind. Man hatte uns dieselben zu dem Zwecke zugesandt, um Messungen vorzunehmen. Unter den neun Waben befand sich blos eine, bei der die Zellen parallel mit dem Deckel liefen, die anderen hatten sich alle geneigt, so daß die Neigung von 10° zu 45° variierte. Einige der Waben hatten zwei verschiedene schräge Richtungen. Links war die Hälfte der Neigung 45°, während sie rechts nur 15° betrug, die nebenstehende Wabe neigte sich 45° und 10°.

Wenn die Waben regelmäßig gebaut werden, so sind die Zellen gewöhnlich regelmäßig mit zwei parallelen Seiten oben angeheftet (*A* und *B a* Fig. 68), so daß sie in der ersten Reihe,

Digitized by Google

Heftzellen genannt, nur vier Wachsseiten haben, während die fünfte Seite von dem Gegenstande gebildet wird, an dem sie sich befinden. *a* Fig. 68 zeigt eine Reihe dieser Heftzellen. Bei *A* sieht man an einer Seite die Rhomben des Bodens, während bei *B* die entgegengesetzte Seite ohne Rhomben sichtbar wird, welche an dieser Seite Teile der nächsten Zellenreihe *b* bilden.

Bei der Aufführung von Zellenreihen an einer Senkung werden die Zellen verlängert, auch öfter kleinere Zellen, den Raum auszufüllen, gebaut. Bei einer der oben erwähnten Waben war

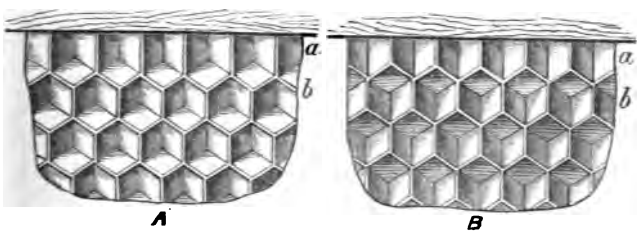


Fig. 68. Heftzellen.

die erste Reihe der Zellen mit parallelen Seiten nach oben gerichtet und alle anderen folgenden hatten dieselbe Richtung. Die Reihen zeigten sich leicht gekrümmt und hatten eine Neigung über die ganze Wabe von rechts nach links in einem Winkel von 43°.

Jeder, wer Naturwaben sorgfältig beachtet, wird die Unregelmäßigkeit recht auffallend bemerken. Neben den kleinen Unterschieden in der Größe, die wir erwähnt haben, finden sich oft Zellen verschiedener Gestalt, und wir haben sie gesehen teils mit so wenig wie drei, teils auch mit so vielen wie sieben Seiten. Eine diese letzteren erblickt man *a* Fig. 69 und eine andere in Fig. 65, links neben *C*.

Die Abbildung (Fig. 70) zeigt nahezu viereckige Zellen. Diese fanden wir auf einer Wabe, die wir aus Kanada durch die Güte des Herrn D. A. Jones erhielten. Verschiedene Reihen bestanden aus solchen viereckigen Zellen.

Digitized by Google

Auf der nun folgenden Abbildung (Fig. 71) sehen wir noch andere Zellenformen, so z. B. solche, die (*a b c*) spitze Winkel haben, wovon einige meinen, daß es für die Bienen unmöglich sei, sie zu bauen, was sie aber dennoch können, denn alle diese Abbildungen sind nach Abnahmen von thatsächlich vorhandenen Waben angefertigt worden.

Neben den regelmäßigen sechsseitigen Arbeiter- und Drohnenzellen giebt es auch sogenannte Übergangszellen. Diese werden

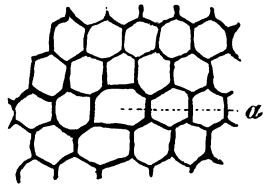


Fig. 69. Unregelmäßige Zellen.

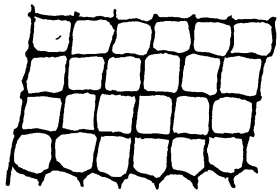


Fig. 70. Viereckige Zellen.

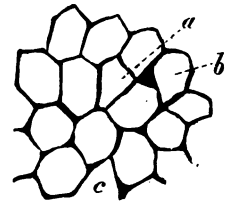


Fig. 71. Zellen mit spitzen Winkeln.

beim Übergange von Arbeiter- zu Drohnenzellen aufgeführt. Die Abänderung erstreckt sich von vier zu sechs Reihen, zuzeiten aber, obwohl sehr selten, auf eine Reihe. Die Übergangszellen sind sehr unregelmäßig und es scheint, als wenn keine gewisse Regel die Bienen bei der Konstruktion derselben leitet.

Bei Fig. 65 sehen wir einige dieser Zellen bei *C* zwischen den Arbeitszellen *A* und Drohnenzellen *B*. In Fig. 72 erblickt man eine Anzahl solcher Zellen. Die Regelmäßigkeit der Wabe ist bis zu einem gewissen Grade durch eine hinzugefügte Reihe

Digitized by Google

von Zellen erhalten, da man bemerken wird, daß die ersten vier Reihen Drohnenzellen bei *a* an der Ecke gleich fünf Arbeiterzellen weiter hinunter (*b*) sind. In den Übergangszellen der Brutwaben findet sich öfter Brut. Bei *d* sehen wir die Zellen mit rechten Winkeln und bei *c* eine Zelle mit sieben Seiten. Die dicken Striche zeigen an, wo die Wände verdickt sind, und die dunkelen

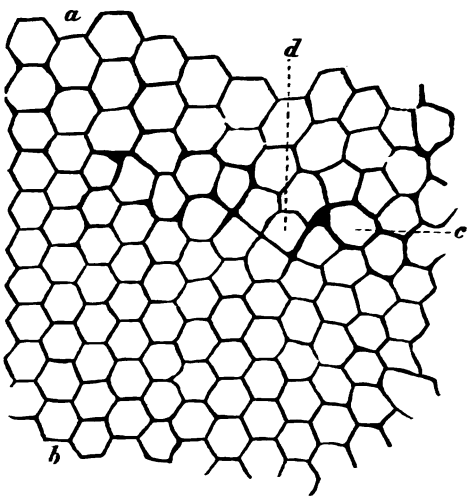


Fig. 72. Übergangszellen.

Teile, wo der Raum für die Zellen nicht groß genug ist; letzterer ist gewöhnlich mit Wachs ausgefüllt und ein klein wenig nach abwärts vertieft.

Die Winkel zwischen den Zellenwänden weichen beträchtlich von einander ab, wie die Abbildungen (Figg. 69, 71 und 72) zeigen. Man findet einige, die kleiner sind als ein rechter Winkel oder auch zu 90°.

Wir haben eine Anzahl von Messungen der am meisten regelmäßig gebauten Waben mit einem genauen Winkelmesser vorgenommen und gefunden, daß die Winkel um verschiedene Grade

Digitized by Google

von einander differierten. Der Normalwinkel, den eine Seite mit der angrenzenden bildet, beträgt 120°, aber wir fanden einige Winkel, welche so groß wie 130°, während andere so klein wie 110° in selbst regelmäßigen Waben waren.

Alle die Zellen, welche wir beschrieben haben, werden zur Ablagerung des Honigs benutzt, und diejenigen, welche expreß zu diesem Zwecke gebaut werden, sind von beträchtlicher Tiefe. In ausgebauten Gläsern haben wir oft Waben von zwei bis drei Zoll dick gefunden. Zuzeiten sind die Zellen viereckig oder fünfeckig und die Richtung selten genau. Die Stärke der Wände ist ebenfalls sehr verschieden, zuweilen doppelt so dick als die angrenzenden. Wenn Honigzellen auf einer gekrümmten Mittelwand errichtet werden, so scheinen die Bienen keine Versuche zu machen, die Abweichungen von der Richtung zu verbessern. Bei Brutwaben versuchen sie freilich in dieser Beziehung ihr Heil, aber sie füllen dafür kleine Lücken, solche, wie wir an den dunkeln Stellen bei Fig. 72 bezeichnet haben, mit Wachs. Bei Honigzellen wird zuzeiten die Öffnung einer Zelle bis zum doppelten Durchmesser erweitert und nichts Ungewöhnliches ist es, wenn hin und wieder zwei separate Zellen, sobald sie etwa die Hälfte ihrer Länge erreicht haben, in eine verschmolzen werden.

Aus dem Vorstehenden ersieht man, daß die Bienen, obwohl sie eine vollkommene Gleichmäßigkeit anzustreben versuchen, diese doch kaum immer erreichen.

Wir haben uns davon überzeugt, daß die Bienen am Boden beginnen, das Wachs auszuschaufeln. Sie bewerkstelligen dies mit ihren Kiefern (*B* Fig. 63), die zu diesem Zwecke ausgehöhlt sind. Das ausgeschaufelte Wachs wird an die Seitenwände geklebt, welche dadurch dicker werden, was der Zellenöffnung in allen Zuständen des Fortschrittes eine runde Form giebt. Manche Zellen finden sich, die für keine Biene zugänglich sind, da aber das Wachs stets an das Kopfende gefügt wird, so hat sie nur eine kurze Strecke nach unten zu arbeiten, und wir setzen voraus, es geschieht das in derselben Weise wie es der Maurer macht, wenn er einen

Digitized by Google

Schornstein von außen anfertigt, weil der innere Raum zu eng für seinen ganzen Körper ist.

Obgleich die Königinzellen (*F G H* Fig. 1) von verschiedener Form und sehr viel dicker sind, so wird doch die Neigung, zur Aushöhlung bei ihnen zum Ausdruck gebracht. Kleine runde, vertiefte Löcher werden ausgeschaufelt und nehmen da, wie Waterhouse (167) gezeigt hat, wo sie an einander grenzen, eine gerade Linie zwischen sich an.

Wachs, wenn es rein ist, hat eine blaßgelbe, zuzeiten aber eine nahezu weiße Farbe, die, wie Dr. Planta (130) feststellte, von dem von den Bienen genossenen Pollen herrührt. Wenn z. B. die Bienen Pollen und Honig von der Heide einsammeln, deren Pollen weiß ist, so wird das Wachs weiß, sammeln sie dagegen beides von der Esparsette, deren Pollen orangefarbig ist, so nimmt das Wachs diese Farbe an.

Nach Brandt besteht das Wachs aus 80,20 Percent Kohlenstoff, 13,14 Wasserstoff und 6,36 Sauerstoff, aber während des Bleichens verliert es ein Percent Kohlenstoff, schluckt aber dagegen ein Percent Sauerstoff ein. Das spezifische Gewicht beträgt von ·960 und ·965; es schmilzt zwischen 145° und 150° Fahrenheit; bei 85° wird es plastisch und kann dann leicht geformt und geknetet werden. Bienen, welche in dem von uns beschriebenen Wege Wachs bereiten, verbrauchen auch zugleich alles übrige Wachs, was ihnen leicht zugänglich ist, z. B. das von den Weiserzellen, die von ihnen beseitigt werden. Jede Unreinigkeit, welche das Wachs enthält, wird mit in die Wände verbaut.

Die Deckel der Honigzellen bestehen gewöhnlich aus Wachs, während die der Brutzellen aus Wachs und Pollen hergestellt werden, und zwar, um sie porös zu machen. Aus demselben Grunde enthalten die Wände der Königinzellen ebenfalls Pollen. Die Deckel der Drohnenbrutzellen sind stärker gewölbt als die der Arbeiterzellen, und die Kuppeln sind durch Wachsbänder mit einander verbunden.

Digitized by Google

Und nun, nachdem unsere Arbeit vollendet, wird der Leser, wenn er uns sorgfältig gefolgt ist, einen Eindruck von der wundervollen Ökonomie des Bienenstocks erhalten haben. Wenn immer wir die herrlichen Werke der Natur untersuchen, so finden wir allezeit die schönste Anpassung und Einrichtung der Zusammensetzung und Thätigkeit. Auch bei den Bienen ist das nicht anders. Wir haben gesehen, daß es drei Sorten von Bienenwesen giebt, aus denen der Bien zusammengesetzt ist: einer Königin oder Mutter des Stockes, zahlreichen Arbeiterinnen oder unentwickelten Weibchen und Drohnen oder Männchen. Indem wir von der Königin als der Mutter des Stockes reden, adoptieren wir einen deutschen Ausdruck und zwar einen höchst passenden, da sie alle Eier, aus welchen sich bei einem normalen Bienenvolke alle Wesen entwickeln, legt. Diese Eier sind nach der äußeren Erscheinung alle gleich, aber es gehen daraus je nach der Größe der Zellen, in welche sie gelegt worden sind, Männchen oder Weibchen hervor, die infolge einer wunderbaren mechanischen Einrichtung entweder befruchtet werden oder unbefruchtet bleiben, anscheinend je nach dem Willen der Königin, und es bildet eins der Geheimnisse des Bienenstocks, wie eine Königin es weiß, wo und wann sie jede besondere Art der Eier absetzen muß. Gerade wie auf den verschiedenen Entwickelungsstufen der Kindheit das menschliche Wesen eine Veränderung der Nahrung bedarf und erhält, so werden die Larven der Bienen von ihren Ammen in ganz derselben Weise behandelt. Die Teilung der Arbeit ist ebenfalls eine jener Einrichtungen, die unsere Bewunderung verdient und erstaunt stehen wir vor der Zusammensetzung und wundervollen Vollkommenheit des Baues und Anordnung der verschiedenen Organe, die für die einzelnen Bienenwesen so passend sind und zu so mannigfachen Verrichtungen gebraucht werden. Jede Biene ist zu ihrer besonderen Arbeit befähigt, die sie, unabhängig von jeder anderen Biene, zum allgemeinen Besten des Gemeinwesens ausführt. Welche unendliche Weisheit offenbart sich in der Schöpfung dieser kleinen Wesen, wie weit übersteigt das unser Verständnis! In den aller-

Digitized by Google

vortrefflichsten Werken des Menschen entdeckt das Mikroskop nur Unvollkommenheiten, und je stärker die vergrößernde Kraft ist, desto unvollkommener erscheinen sie. Wie anders bei den Werken der Natur! Je stärker hier die vergrößernde Kraft ist, desto mehr wundervolle und zusammengesetzte Anordnungen von unendlicher Vollkommenheit finden wir hier. Während des gegenwärtigen Jahrhunderts ist viel mit den verbesserten Mikroskopen zur Verbreitung größerer Kenntnisse geleistet worden, aber trotzdem bleibt noch viel zu thun über. Wir haben verschiedene Organe beschrieben, deren Verwendung man noch nicht kennt, und selbst bei denjenigen, welche mit dem Gesichts-, Geruchs- und Gehörssinn der Biene verbunden sind, ist noch viel zu erforschen vorhanden.

Es wird uns mit großer Befriedigung erfüllen, wenn diejenigen, welche dies Buch lesen, dadurch veranlaßt werden, ein tieferes Interesse für die Werke der Natur zu hegen; sie werden dann überzeugt werden, daß, so viel wir heutzutage auch schon wissen, doch noch viel zu lernen übrig bleibt. Wir glauben ganz fest, daß eine sorgfältige Erforschung von jenen, welche dazu imstande sind und Zeit dazu verwenden können, sich vollkommen belohnt, auch kann es nicht fehlen, daß ein solches Vorgehen zu Entdeckungen von Seiten des Forschenden zur Aufklärung solcher Punkte führen wird, die gegenwärtig noch in ein Geheimnis für uns gehüllt sind.

Eine eingehende Kenntnis der Anatomie und Physiologie der Biene kann nur nützlich bezüglich der praktischen Behandlung der letzteren sein und muß uns ein größeres Interesse bei der Zucht und Beobachtung dieser Geschöpfe geben.

Wir können gewiß nicht besser schließen, als wenn wir die Worte Lord Broughams hier anführen, wenn er sagt:

„Wir sind durch die Weisheit und Güte, welche der Schöpfer in allen seinen Werken offenbart hat, erzogen worden. Nicht einen Schritt können wir nach irgend einer Richtung hin thun, ohne die außerordentlichen Spuren seiner Absichten zu bemerken. Seine weise Fürsorge, die sich überall in einer unermeßlichen Anzahl von

Digitized by Google

Beispielen kundgiebt, ist für das Glück der lebenden Geschöpfe, besonders der Menschen, berechnet und berechtigt uns zu dem Schlusse, daß, wenn wir alle Pläne seiner Vorsehung kennten, wir niemals im Zweifel darüber sein würden, daß alle seine Absichten in größter Harmonie mit einander stehen und auf unbedingtes Wohlthun abzielen. Unabhängig indes von dieser so sehr tröstenden Folgerung ist es ein unaussprechlich beglückendes Gefühl, die wunderbaren Werke des allmächtigen Schöpfers der Natur beobachten und die unbegrenzte Macht und Weisheit verfolgen zu können, welche sich sowohl in den allergeringsten wie in den mächtigsten Dingen seiner Schöpfung offenbart.

Digitized by Google

Beschreibung der Illustrationen.

Figur		Seite
Titelblatt.	— Durchschnitt einer Biene, um die inneren Organe zu zeigen. a Gehirn, b c d Ganglien, e Netz- oder zusammengesetzte Augen, f Oesophagus, Schlundröhre, g Honigmagen, h Magenmund, i Chylusmagen, k Dünndarm, l malpighischen Gefäße, m Dickdarm, n Rectaldrüsen, o After, p Giftblase, r Stachel, s Luftloch, t Luftsäcke, u Schmierdrüse.	
1	Wabe mit verschiedenen Zellen und sich entwickelnder Brut. A Ei vom ersten, B vom zweiten, C vom dritten Tage, D verschiedene Larvenzustände, E abgetragene Weiselzelle, F eben geöffnete Weiselzelle, G Weiselzelle, H an der Seite geöffnete Weiselzelle, I versiegelte Honigzellen, K bedeckelte Drohnenzellen, L unregelmäßige und Übergangszellen, M Heftzellen, N Arbeiterbrutzellen, von denen bei einigen die Zellendeckel durch auslaufende Brut geöffnet sind.	5
2	Königin	6
3	Drohne	7
4	Arbeitsbiene	7
5	Haare. — a b c Fühlhaare, d gefiederte Haare, e gespaltene Haare an der Zungenspitze, f h gefiederte Haare, welche ihre Federn verloren haben, g kegelartige Haare	14
6	Kopf der Biene. — a Scheitel, b Backe, c Kopfschild, d Netzauge, i Stirnauge, f Fühlhorn, p h g e Mundorgane . . .	16
7	A Arbeiter-, B Königin-, C Drohnenkopf	17
8	Fühlhorn. — a Schaft, b Flagellum	17
9	Mundteile. — c Kopfschild, p p Oberkiefern, r Oberlippe, s Epipharynx (Lappen)	18
10	Mundteile. — e Zunge, k h Unterkieferpalpe, g f Lippentaster, n Nebenzungen (Paragloſſae), a Mentum, Kinn, b Submentum, Unterkinn, c Cardines, d Lora, k Stiel, h Lade, m Bouton (Löffel), l Membrane, o Rinne	19

Digitized by Google

Figur		Seite
11	A Lippentaster, c Hicks zu den Sinnen gehörende Grübchen, B Unterkiefertaster	21
12	Zungenende. — r Haare, b Grübchen und Wärzchen, m Löffel oder Bouton, s keulenförmige Haare, t Spürhaare	21
13	Zungendurchschnitt, umgeben von den Unterkiefern und Lippentastern. — m Unterkiefer, l Lippentaster, o Röhren, p dünne Platte des Unterkiefers, h Haare, A ausgedehnt beim Saugen, B zusammengezogen beim Schlucken	23
14	Zungendurchschnittt. — A durch die Mitte, B durch den schmaleren Teil über dem Löffel, a Scheide, b Membrane, r Zunge (Rute) und Rinne, e Blutraum, g Trachee, d Geschmacksnerv, c c wenn die Röhren geschlossen sind, f Haare	23
15	Hinterbeine. — A B der Arbeitsbiene, C der Königin, D der Drohne, a Coxa (Hüfte), b Trochanter (Schenkelring), c Femur (Schenkel), d Tibia (Schienbein), e f g h i zusammen der Fuß, A B d Körbchen der Arbeiterin, B r Pekten (Kämme), s Aurikel, B e Bürsten	27
16	Teile der Füße der Arbeiterinnen. — A e Palma (Ferse), B e Planta (Sohle), d Tibia (Schienbein), k Dorn und Segel am Vorderfuße, l Kämme, p Sporn am zweiten Fuße	28
17	Pulvillus (Haftlappen) und Krallen. — g h i Digiti (Finger), m Krallen, n Haftlappen, o Tasthaare	31
18	Flügel. — A Vorderflügel, c Costal- oder Vorderrandsrippe, a Trog oder Mulde an der inneren Zelle, B Hinterflügel, b Häkchen an der Costalrippe, C vergrößert, a Mulde, b Häkchen, D Durchschnitt, der die Häkchen zeigt, b wie sie in die Mulde fassen	33
19	Abriß, um den Druck der Luft auf die Flügel darzustellen. — c Costalrippe, w Flügelmembrane	35
20	Bildliche Darstellung der Schwingungen des Bienenflügels. — a gekrümmte Linie, welche die Stimmgabel hervorbringt, b Zeichen, welche der Bienenflügel macht	37
21	Brustdurchschnitt der Drohne. — a Levator alarum, b Depressor alarum, c Gegenteil vom Depressor, d Hinterflügelmuskel, e Luftsäcke, f Drüsensystem Nro. 3, g Hals, h Mesophragma, i Luftlöcher	38
22	Hinterleib der Arbeiterin. — a Petiole, b c d e f Ringe, g Pygidium	41
23	Längsschnitt durch den Kopf der Biene. — a Mentum (Kinn), b Submentum, c Ruten, d Lora, e Zunge, f g Lippentaster, h gabelförmige Stützen, i Pharynx (Schlund), k Kopfschild,	

Digitized by Google

Figur Seite

l Fühlhorn, m Löffel, n Paragloſſae (Nebenzungen), o Ocellus (Stirnauge), p Gehirn, r Hals, s Speichelkanal des Syſtems II und III, t Speichelkanal des Syſtems I, u Oberlippe . . . 42

24 Abriß des Querdurchſchnittes des Kopfes der Biene. — c Ruten, h Kopfſtützen, r Hals 43

25 Tracheen. — a Äußere dünne Membrane, b innere ſchleimige Membrane, c Spiralfaſer 45

26 Syſtem der Luftzirkulation 47

27 Dorſalgefäß 50

28 Höhlungen und Klappen — a Öffnung in die Höhlung, b Klappe zwiſchen den Höhlungen (Ventricels) 50

29 Nervenſyſtem. — a Gehirn, b erſter Nervenknoten (Ganglien) der Bruſt, verbunden mit den Vorderfüßen. c Nervenknoten, verbunden mit den Mittel- und Hinterfüßen, wie den Flügeln, d letzter Nervenknoten des Hinterleibs, e Netzaugen, f Unterſchlundröhren-Nervenknoten, g Schlundröhren-Halsſtück . . . 55

30 A Nervenknotenzellen und Nerven, B Nerven, umſchloſſen von einer Scheide, C Nerven- und Ganglienſtränge 56

31 Das nackte Gehirn 59

32 Figur 32 von oben geſehen 59

33 A ein Bündel Muskelfaſern, B Muskelfaſer, a ausgedehnt, b zuſammengezogen 63

34 Stechapparat. — A die Scheide, B Teil des zuſammengeſetzten Hebels (Winkels), C zweiter Teil des zuſammengeſetzten Hebels (Platte), E Fühler, V Vulva, c a k Lanzetten (Stechborſten), k Widerhaken der Stechborſten, p Giftblaſe, g Giftdrüſe . . 67

35 Teile des Stechapparates. — B Längendurchſchnitt, A Taſche, f Giftdrüſe, p Klappe, C D E Querſchnitte, a Giftkanal zwiſchen den Stechborſten, b Rinne, g Leitung, c hohle Stechborſten, d ſchließende Klappe, C l Stechborſten, n Raum zwiſchen äußerer und innerer Wand, der ſeine Geſtalt zwiſchen D und E wechſelt, F vergrößerte Klappe der Stechborſte, a e Klappe, b Band, welches die Klappe zuſammenhält, d c Stechborſte, G Spieß mit Widerhaken b, und Giftkanäle, H Scheide, mit Widerhaken b 68

36 Gift- und Ölkügelchen 72

37 Luftloch — a b Kegel, c Schließflechſe, d Schließmuskel, e Vorraum des Luftloches, f gefaltete Membrane, g Öffnung des Luftloches 76

38 Struktur der Fühlhörner. — A Längendurchſchnitt, a kurze Haare, b kegelförmige Haare, c Geruchsgrübchen, d Höhlungen, e Ver-

Digitized by Google

Figur Seite

band, f Nerven-Endzelle, g Nervenbündel, B Haare am Schaft, C Haare am Rücken des Flagellums, D Tasthaare im Ring a, E kegelförmige Haare b, F Geruchsgrübchen, c mit Nervenfaser, G Geruchsgrübchen von oben gesehen, H Höhlungen d . . . 81

39 Wolfs Geschmacksorgane an der Oberlippe. — a i horniger Streifen oder kielartiger Vorsprung, b Wärzchen, c Haut des Mundes, d e Muskelfasern, f g h i k l m Durchschnitt der Haut des Oesophagus 83

40 Die Wolffschen Riechbecken. — a Haar in der Mitte des Beckens b, c Ganglienschwellungen 84

41 Noch nicht beschriebene Organe. — A Kanal, B Zellendrüsen, 5, fünfter Ring, 6, sechster Ring 85

42 Sinnesorgane der Taster. — A Lippentaster, c Wärzchen, B Kinnbackentaster 86

43 Geschmacksorgane der Zunge. — c Wolfs Becken, vergrößert bei B 86

44 Längsschnitt durch das Netzauge. — c Cornea, c c kristallinische Kegel, p^1 p^2 p^3 Pigmentzellen, m Basilarmembrane, o Opticon, e o Epiopticon, p o Periopticon, n o sich kreuzende Nervenfäserchen, m c Muskel, h Haare 89

45 Längsschnitt durch einen Teil des Auges. — c Cornea, c c kristallinische Kegel, n Sempers Kern, r b Rhabdia, r Retinulae 90

46 Querschnitt von Figur 45. — r Retinulae, r b Rhabdia . . 90

47 Längsschnitt durch den Magenmund. — a Haare, b Öffnung in den Chylusmagen, c Membrane, d Haare, e Längenmuskeln, f horizontale Muskeln, g Muskeln der Honigblase, h Verlängerung, i Kernzellen, k Ringmuskeln, l Längenmuskeln, m Kernzellen der Intima, n Verkleidung des Honigmagens, o Muskeln 97

48 Querschnitt des Magenmundes. Bezeichnung wie bei Figur 47 97

49 Durchschnitt des Dünndarms. — a Öffnung, b Kernzellen, c Muskeln 100

50 Drüsen. — A System I, a Öffnung an der hypo-pharyngealen Platte, b sackähnliche Höhlung, c Gänge, d Papillae, e hypopharyngeale Platte, f Muskeln, g Acini, B h Papillae, andere Bezeichnung wie A, c n siebähnliche Öffnung, i Hauptgang, k Zellen, t Kerne, u Röhren, welche die Zellen mit dem Gange verbinden, l Acinus mit einzelner Zelle und Kern t, D System II und III, o Hauptgang, p Drüsen des Systems II, r Reservoir, s wurmförmige Drüsen des Systems III, E Intercellular-Drüse des Systems II, v Propria, x Intima, w Öff-

Digitized by Google

Figur Seite

nung in den Gang, F Drüse des Systems III, a c Kanal, y äußere Zellschicht, z Durchschnitt durch die Zellen 103

51 Drüsensystem IV. — h gekrümmte Röhre, f Intima, d Zellschicht, e Sekret, a Kiefer, b Haare in der Höhlung, c äußere Haare, g Muskel 107

52 Abriß des Magenmundes und der Ausstülpung. — a Oesophagus, b Honigmagen, c Magenmund, d Ausstülpung, e Chylusmagen, A Stellung des Magenmundes, wenn die Biene das Brutfutter erbricht 110

53 Organe der Drohne. — a Hoden, b Schleimdrüsen, c Ductus ejaculatorius, f Samenfädchen, d Linse, e Pneumophyses . . 114

54 Durchschnitt durch den Hinterleib der Königin. — a b c d e f Hinterleibsringe, E Eierstock, N Oesophagus, M Honigmagen, D Chylusmagen, R Mastdarm, A After, S s Scheide, S t Stachel, S Samenbehälter, Samenblase, H Anhangsdrüsen, G Ganglien, G B Giftblase 120

55 Eierstöcke der: A Königin, B eierlegenden Arbeiterin, C Arbeitsbiene. — a Eierstöcke, b Eileiter, c vereinigter Eileiter, d Samentasche, e Vagina, f f Bursa copulatrix, g Röhre, welche Samentasche und Eileiter mit einander verbindet 121

56 Eierstocksröhrchen 122

57 Entwickelung der Biene. — A Eidurchschnitt, a Chorion, b Dotterhaut, c Dotter, d Ventral- oder Bauchfläche, e Dorsal- oder Rückenfläche, n Kopf, o Schwanz, B Ei natürlicher Größe, C Embryo, f Kopflappchen, g h i Grübchen (Fossä), k l m Brustringe, D das obere Ende des Eies, welches die Mikropyle zeigt, E Chorion (Aderhäutchen), F Puppe, G Larve . . 138

58 Abriß, welcher die Ganglien in den verschiedenen Stadien der Entwickelung zeigt. — A Embryo, B die Klammern zeigen die Ganglien, welche sich in einer späteren Periode mit einander verschmelzen, H Kopf, T Brust, A b Hinterleib, C Ganglion im ausgewachsenen Zustande, a b Kopf, c d Brust, e f g h i Hinterleib 143

59 Spinndrüsen. — A a Reservoir, b Intima, c sekretierende Zellen, B Durchschnitt durch den sekretierenden Teil der Drüse, C Durchschnitt des Reservoirs 145

60 Cyclopie. — Kopf einer Arbeitsbiene, bei der zwei Augen zu einem verschmolzen sind 148

61 Unterseite der Arbeitsbiene mit sichtbaren Wachsblättchen . . 151

Digitized by Google

Figur		Seite
62	Bauchschuppe der Arbeitsbiene. — a Carina (Hornleiste), b b die durchsichtigen Spiegel, c Haare	152
63	B Arbeiterkiefer, a schaufelförmiger Rand, b Muskel, A Wachsblättchen	154
64	Ketten der Bienen im Stocke, wenn bei der Arbeit	156
65	Waben mit verschiedenen Zellen — A Arbeiterzellen, B Drohnenzellen, C Übergangszellen, D Heftzellen	160
66	Verschiedenheit der Zellenböden. — A Böden in sechs Zellen verändert, a nach b, B dasselbe bei elf Zellen, c zu d, C dasselbe bei sieben Drohnenzellen, e zu f	163
67	Verschiedenheiten bei Drohnenbau	164
68	Heftzellen. — A von vorn, B von rückwärts, a b erste und zweite Reihe	165
69	Unregelmäßige Zellen. — a siebenseitige Zelle	166
70	Viereckige Zellen	166
71	Zellen mit spitzen Winkeln a b c	166
72	Übergangszellen. — a Drohnenzellen, b Arbeiterzellen, c siebenseitige Zellen, d rechtwinklige Zellen	167

Digitized by Google

Verzeichnis der Quellen,

auf welche

im vorstehenden Werke Bezug genommen ist.

1. Amans, Dr. Essai sur le vol des Insectes, 1883.
2. Berger, E. Untersuchungen über den Bau des Gehirnes und der Retina der Arthropoden, 1873.
3. Berlepsch, A., Baron von. Die Biene und ihre Zucht, 1873.
4. Bevan, Dr. E. The Honey Bee, 1838.
5. Blanchard, E. Recherches anatomique sur le système nerveux les Insectes, 1846.
6. — De la circulation dans les Insectes, 1848.
7. — Du grand sympathique chez les Animaux articulés, 1858.
8. Bonnet, C. Oeuvres d'histoire naturelle, 1779—1783.
9. Bonnier, G. Les Nectaires, 1879.
10. Brandt, E. Comparative Anatomy of the Nerve System of Insects (in Russian), 1878.
11. Briant, T. J. Notes on the Antennae of the Honey Bee (Jour. Linn. Soc.), 1883.
12. — On the Anatomy and Functions of the Tongue of the Honey Bee (Jour. Linn. Soc.), 1884.
13. — Antennae of Honey Bee (Jour. Linn. Soc.), 1885.
14. British Bee Journal. 1873 to 1889. Present Editor, T. W. Cowan. F. L. S., etc.
15. Brougham, Lord H. Observations, Demonstrations, and Experiments upon the Structure of the Cells of Bees (Natural Theology), 1856.
16. Büchner, L. Mind in Animals, 1880.
17. Burmeister, H. Handbuch der Entomologie, 1832.
18. Bütschli, O. Zur Entwickelungsgeschichte der Biene, 1870.
19. Cameron, P. On Parthenogenesis in the Hymenoptera (Trans. Nat. Hist. Soc. of Glasgow), 1888.

Digitized by Google

20. Carlet, G. Comptes Rendus, 1884.
21. Carrière, J. On the Eyes of some Invertebrata (Quart. Jour. Mic. Soc.), 1884.
22. — Die Sehorgane der Tiere, 1885.
23. Chambers, V. T. On the Tongue of some Hymenoptera (Jour. Cincin. Soc. Nat. Hist.), 1874.
24. Chun, C. Über den Bau, die Entwickelung und physiologische Bedeutung der Rectaldrüsen bei den Insekten, 1875.
25. Claparède, E. Morphologie des zusammengesetzten Auges bei den Arthropoden (Zeit. für Wiss. Zool.), 1860.
26. Collin, Abbé. Guide du propriétaire d'Abeilles, 1878.
27. Cook, A. J. Bee-keepers Guide-book, 1879 (last edition, 1888).
28. Dahl, F. Archiv f. Naturg., 1884, pp. 146—193.
29. Darwin, C. Origin of Species, 1859, 1872, 1878.
30. Dewitz, H. Vergleichende Untersuchungen über Bau und Entwickelung des Stachels der Honigbiene, 1874.
31. Dönhoff, Dr. Bienenzeitung, 1851 to 1854.
32. Dufour, Léon. Mémo. pres. par divers savants à l'Acad. des Sci. de l'Inst. de France. Tome VII.
33. Dujardin, F. Mémoire sur le système nerveux des Insectes, 1851.
34. — Observations sur les Abeilles, 1852.
35. Dumas et Milne Edwards. Sur la production de la cire des Abeilles, 1843—1844.
36. Duthiers, L. Recherches sur l'armure genitale des Insectes (Ann. des Scien. Nat.), 1848—1852.
37. Dzierzon, Dr. Bienenzeitung. 1845—1854.
38. — Theorie und Praxis des neuen Bienenfreundes, 1849, 1852.
39. — Rational Bee-keeping. English Translation by Dieck and Stutterd, 1882.
40. Erichson. De fabrica et usu antennarum in Insectis, 1847.
41. Exner, S. Über das Sehen von Bewegungen und die Theorie des zusammengesetzten Auges, 1875.
42. — Die Frage der Funktionsweise der Facettenaugen (Biol. Centralblatt), 1880, 1882.
43. Figuier, L. The Insect World, translated by Martin Duncan, 1872.
44. Fischer, G. Bienenzeitung, 1871.
45. Geddes, Professor Patrick, and J. A. Thomson. The Evolution of Sex, 1889.

Digitized by Google

46. Girard, M. Sur la chaleur libre degagée par les animaux invertébrés et spécialement les Insectes, 1869.
47. — Traité elementaire d'Entomologie 1873.
48. — Les Abeilles, organes et fonctions, 1878.
49. Girdwoyn, M. Anatomie et physiologie de l'Abeille, 1876.
50. Gottsche, C. M. Beitrag zur Anat. und Physiol. des Auges der Fliegen, 2c. (Müll. Arch. für Anat.), 1852.
51. Graber, Dr. V. Über die Blutkörperchen der Insekten, 1871.
52. — Über den propulsatorischen Apparat der Insekten, 1872.
53. — Vorläufiger Bericht über den propulsatorischen Apparat der Insekten, 1872.
54. — Über neue otocystenartige Sinnesorgane der Insekten, 1878.
55. — Die Chordotonalen Sinnesorgane und das Gehör der Insekten (Arch. für Mic. Anat.), 1882.
56. Grassi, Dr. B. Intorno allo sviluppo delle Api nell'uvovo, 1883, 1884, 1886.
57. Grenacher, H. Untersuchungen über das Sehorgan der Arthropoden, 1879.
58. — Abhandlungen zur vergleichenden Anatomie des Auges, 1886.
59. Grimshaw, R. A. H. Heredity in Bees (British Bee Journal), 1889.
60. Gundelach, F. W. Die Naturgeschichte der Honigbiene, 1842.
61. Hauser, G. Physiologische und histologische Untersuchungen über das Geruchsorgan der Insekten, 1880.
62. Haviland, J. D. The Social Instincts of Bees, their Origin and Natural Selection, 1882.
63. Helmholz. Sensations of Tone.
64. Hicks, Dr. J. Braxton. On a new Structure in the Antennae of Insects (Jour. Linn. Soc.), 1857.
65. — On certain Sensory Organs in Insects, hitherto undescribed, 1860.
66. — The Honey Bee (Samuelsen and Hicks), 1860.
67. Hickson, Dr. S. J. The Eye and Optic Tract of Insects (Quart. Jour. Mic. Science). 1885.
68. Huber, F. Nouvelles observations sur les Abeilles, 1814 (and other editions).
69. Hunter, J. On Bees (Philosophical Transactions) 1792.
70. Hyatt, J. D. The Structure of the Tongue of the Honey Bee (Amer. Quart. Mic. Jour.), 1878, p. 287.
71. — The Sting of the Honey Bee (ibid), 1878, p. 3.
72. — The Sting of the Honey Bee (Pop. Sc. Mon.), 1879.

Digitized by Google

73. Janscha, I. A. Hinterlaſſene vollſtändige Lehre von der Bienenzucht, 1775.
74. John, Dr. Martin, Ein neu Bienen-Büchel, 1691.
75. Jurine, Mademoiselle. Huber's Nouvelles observations sur les Abeilles, 1792, 1814.
76. Kirby, W. Monographia Apum Angliae, 1802.
77. Kirby and Spence. Introduction to Entomology.
78. Klein, Dr. E. Handbook for the Physiological Laboratory, 1873.
79. — Elements of Histology, 1884.
80. Kowalewsky. Embryologiſche Studien an Würmern und Arthropoden, 1871.
81. Kraepelin, Dr. K. Phyſ. und Hiſtologie über die Geruchsorgane der Inſekten (Zeit. f. Wiſſ. Zool.), 1880.
82. — Über die Mundwerkzeuge der ſaugenden Inſekten (ibid.), 1882.
83. — Über die Geruchsorgane der Gliedertiere, 1883.
84. Krancher, Dr. O. Der Bau der Stigmen bei den Inſekten, 1881.
85. — Die dreierlei Bienenweſen, 1884.
86. Lacordaire. Introduction à l'Entomologie, 1861.
87. Landois, Dr. H. Beiträge zur Entwickelungsgeſchichte des Schmetterlingsflügels in der Raupe und Puppe, 1871.
88. — Die Ton- und Stimmapparate der Inſekten, 1867.
89. Langstroth, L. L. The Honey Bee, 1859, 1873.
90. Latreille, M. Eclaircissemens relatifs à l'opinion de M. Huber fils, sur l'origine et l'issue extérieure de la Cire (Acad. Roy. des Sciences), 1821.
91. Leeuwenhoek, A. Select works, translated by H. Hoole.
92. Lefebvre, A. Note sur le sentiment olfactif des Insectes (Ann. Soc. entom. de France), 1838.
93. Leuckart, Dr. Zur Kenntnis des Generationswechſels und der Parthenogeneſis bei den Inſekten, 1858.
94. Leuckart, R. Über Metamorphoſe, ungeſchlechtliche Vermehrung, Generationswechſel, 1851.
95. Leydig, F. Das Auge der Gliedertiere, 1864.
96. — Zur Anatomie der Inſekten (Müll. Archiv f. Anat.), 1859.
97. Lhuilier, S. A. J. Mémoire sur le minimum de cire des alvéoles des Abeilles, et en particulier sur un minimum minimorum relatif à cette matiere, 1781.
98. Lowe, J. Trans. Ent. Soc., Vol. V, pp. 547—560, 1867.
99. Lowne, B. T. On the Simple and Compound Eyes of Insects (Phil. Trans.), 1879.

Digitized by Google

100. Lowne, B. T. On the Compound Vision and the Morphol. of the Eye in Insects (Trans. Linn. Soc. Lond.), 1884.
101. Lubbock, Sir J. Ants, Bees, and Wasps, 1882.
102. — The Senses, Instincts, and Intelligence af Animals, 1889.
103. Lucas, M. H. Cas de cyclopie observé chez un insecte Hyménoptère (Apis mellifica), 1868.
104. Lucas, I. G. Entwurf eines wiſſenſchaftlichen Syſtems für Bienenzucht, 1808.
105. Macloskie, G. The Endocranium and Maxillary Suspensorium of the Bee (Amer. Natural, pp. 567—73), 1884.
106. Maraldi, G. F. Observations sur les Abeilles (Mém. Acad. des Sciences), 1712.
107. Marey, E. J. Animal Mechanism: A Treatise on Terrestrial and Aerial Locomotion, 1883.
108. Mayer, Dr. Paolo. Sopra certi Organi di Senso nelle Antenne dei Ditteri, 1878—79.
109. Meckel, H. Müllers Archiv für Anatomie, 1846.
110. Milne-Edwards. Manual of Zoology, 1863.
111. Moufet, T. Insectorum sine minimorum animalium Theatrum, 1634.
112. Müllenhoff, Dr. K. Formation of Honey Comb (Pflügers Archiv f. geſamt. Phyſiol., XXXII, pp. 589—618), 1883.
113. — Structure of the Honey Bee's Cell (Arch. f. Anat. und Phyſiol. pp. 371—375), 1886.
114. Müller, J. Zur vergleichenden Phyſiologie des Geſichtſinnes, 1826.
115. — Fortgeſetzte anatomiſche Unterſuchungen über den Bau der Augen bei den Inſekten und Cruſtaceen, 1829.
116. Newport, G. On the Respiration of Insects, 1836.
117. — Article ‚Insecta', in Todd's Cyclopaedia of Anat. and Physiol., Vol. II, p. 980, 1839.
118. — On the Uses of the Antennae of Intects (Trans. Ent. Soc.), 1837—40.
119. — On the Structure and Development of Blood (An. of Nat. Hist., XV, pp. 281—284), 1845.
120. — On the Temperature of Insects, and its Connexion with the Functions of Respiration and Circulation, 1837.
121. — Extracts from Essay in Martin Duncan's Transformation of Insects.
122. Pancritius, Paul. Beiträge zur Kenntnis der Flügelentwickelung bei den Inſekten, 1884.

Digitized by Google

123. Perez, J. Bulletin de la Soc. d'Apicul. de la Gironde, 1878, 1880.
124. Les Abeilles, 1889.
125. Perris, Ed. Mémoire sur le siège l'odorat dans les Articulés, 1850.
126. Pettigrew, J. Bell. On the Méchanical Appliances by which Flight is attained in the Animal Kingdom (Trans. Linn. Soc.), 1870.
127. Plateau, F. Palpes des Insectes broyeurs (Bull. de la Soc. Zool. de France), 1885.
128. — Recherches exp. sur la vision chez les Arthropodes (Comptes Rendus de la Soc. Ent. de Belg.), 1887, (Bull. de l'Acad. Roy. de Belgique), 1888.
129. Planta, Dr. A. von. Die Brutdeckel der Bienen (Schweiz. Bienenzeitung und Bull. d'Apic. de la Suisse Romande), 1884.
130. — Coloration de la cire des Abeilles (Revue Internationale), 1885.
131. — Über die Zusammensetzung einiger Nektararten (Brit. Bee Jour., Nectar and Honey), 1886.
132. — Über den Futtersaft der Bienen, 1888.
133. — Nochmals über den Futtersaft der Bienen (Schweiz. Bienenzeitung), 1889.
134. Pollmann, Dr. A. Die Biene und ihre Zucht, 1875.
135. Porter, C. J. American Naturalist, XVII, p. 1238, 1883.
136. Ramdohr, T. C. Kleine Abhandlungen aus der Anat. und Physiol. der Insekten, 1811, 1813.
137. Ranvier, Leçons sur l'histologie du système nerveux, 1878.
138. Ratzeburg, Dr. J. T. C. Untersuchung des Geschlechtszustandes bei den sogenannten Neutris der Bienen, 1833.
139. Réaumur, K. A. F. Mémoires pour servir à l'histoire des Insectes, 1740.
140. Reid, Dr. The Honey Bee, by E. Bevan, p. 388, 1838.
141. Rehberg, A. Über die Entwickelung des Insektenflügels, 1886.
142. Rendu, V. L'intelligence des Bêtes, 1864.
143. Rombouts, Dr. J. E. Locomotion of Insects on smooth Surfaces (Amer. Mon. Mic. Jour.) 1884.
144 Schiemenz, P. Über das Herkommen des Futtersaftes und die Speicheldrüsen der Biene, nebst einem Anhange über das Riechorgan, 1883.

Digitized by Google

145. Schindler, E. Beiträge zur Kenntnis der Malpighischen Gefäße der Insekten, 1878.

146. Schirach, A. G. Physikalische Untersuchung der bisher unbekannten, aber nachher entdeckten Erzeügung der Bienenmutter, 1767.

147. Schönfeld, Pastor. Bienenzeitung, 1854—1883.

148. — Illustrierte Bienenzeitung, 1885—1890.

149. — The Mouth of the Stomach in the Bee (Brit. Bee Jour.), 1883.

150. Schultze, M. Untersuchungen über die zusammengesetzten Augen der Krebse und Insekten, 1868.

151. Sedgwick-Minot. Recherches histologique sur les trachées de l'Hydrophilus piceus (Arch. de Physiol. Paris), 1876.

152. Schuckard, W. E. British Bees, 1866.

153. Siebold, Dr. C. T. E. von. On a true Parthenogenesis in Moths and Bees, 1857.

154. — Bienenzeitung, 1872.

155. — Über die Stimm- und Gehörorgane der Krebse und Insekten (Arch. für Mik. Anat.), 1860.

156. Simmermacher, G. Untersuchungen über Haftapparate an Tarsalgliedern von Insekten, 1884.

157. Strauss-Durckheim, H. L'Anatomie comparée des animaux articulés 1828.

158. Swammerdam, J. Biblia Naturae, 1737, 1752.

159. Tegetmeier, W. B. On the Formation of Cells (Rep. Brit Assoc. pp. 132, 133), 1858.

160. — On the Cells of the Honey Bee (Trans. Ent. Soc. Lond., p. 34), 1859.

161. Thorley, J. Melissologia; or, the Female Monarchy, 1744.

162. Tichomiroff. Development of the Silkworm. (In Russian.) 1879.

163. Treviranus, G. R. Vermischte Schriften, 1817, und Zeitschr. für Physiol., 1829.

164. Treviranus, L. Ch. Medezinische Zoologie, 1833.

165. Viallanes, H. Recherches sur les terminaisons nerveuses motrices dans les muscles striés des Insectes, 1881.

Digitized by Google

166. Vogel, F. W. Die Honigbiene und die Vermehrung der Bienenvölker, 1880.

167. Waterhouse, G. R. On the Formation of the Cells of Bees and Wasps, 1864.

168. Weismann, A. Zeit. f. Wiss. Zool., 1863.

169. Westwood's Introduction to the Study of Insects, 1840.

170. Wolff, Dr. O. J. B. Das Riechorgan der Biene (Nova acta der K. L. Arch. Deutsch. Akad. der Naturf.), 1875.

171. Wyman, Dr. J. Notes on the Cells of the Bee, 1866.

172. Zoubareff, A. Concerning an Organ of the Bee not yet described (Brit. Bee Jour.), 1883.

Digitized by Google

Alphabetisches Inhaltsverzeichnis.

Abweichungen beim Bau der Zellen 163.
Albinos oder Kakerlaken 149.
Ameisensäure 71.
Amnion 138.
Arbeitsbienen 7, eierlegende 7.
Assimilationskraft der Königin 108.
Atmung 44.
Augen, Netz- und Stirnaugen 16, 88, 89, 90, 92, 93, 94.

Bauchplatten 138.
Bauchringe 40.
Bauchschuppen, Spiegel 152.
Begattungszeichen 127.
Biene, wie sie Flüssigkeiten aufsaugt 23, 24.
—, ihre Stellung im Tierreiche 1, 2.
—, ihre Haut und Haare 14.
—, ihr Kopf, Scheitel, Backen, Kopfschild, Augen, Mundorgane 15, Brust 26, Füße 27, Bürsten 30.
—, Skelett 13, Struktur 13.
Bienenstock, Oekonomie desselb. 3.
Blutumlauf 49, 50.
Blutwärme 52.
Brutfutter 8.
Bürsten 30.

Chorion 130.
Cyklopen 148.
Chylus 98.
Chymus 99.

Dickdarm 95, 100.
Dünndarm 95, 99.
Dorn 28.
Dorsalgefäß 49, Höhlungen desf. 50, Klappen desf. 50.
Drohne 7, Kopf derf. 17, Weshalb ihrer so viele sind 117, Abtreibung derf. 7, 118, Organe derf. 113, Hoden 113, Samenleiter 113, Samenblase 113, Schleimdrüse 113, Rute 113, 114, Samenfädchen 114, Samenpatrone 115, Luftsäcke 115, Zapfen 116.
Drüsen 100, Struktur derf. 102, ihr Sekret 104.
Drüsensysteme 102, 104, 105, 106.

Ectoderm 138.
Ei 11, Entwicklung desf. 120, 130, 137.
Eidottor 138.
Eileiter 123, 134.
Eiröhrchen 121, 122.
Eierstöcke, deren Entwicklung 112, 120, 121, 122.
Embryo 137, Entwicklung desf. 139.
Endoskelett 42.
Excremente 100.

Facetten 91.
Ferse 28.
Finger (Digiti) 28.
Flügelmuskeln 38.
Flügelschwingungen 37.
Flügel. Struktur derf. 32, 33,

Digitized by Google

Häkchen derſ. 33, Rippen derſ. 34, Entſtehung derſ. 144.
Flugbewegungen 35, 36.
Flugweite der Bienen 39.
Flugſchnelligkeit 39, 119.
Fühlhörner 15, 17, 79, 80, 140.
Fühlhornreiniger 28.
Futterbrei 99.
Futterſaft 108, 111, 112.
Futter der Larven 110, 111.
Fuß 28.

Ganglienkette 54.
Gefüge, inneres 42.
Gehirn 54, 58.
Gehirngröße 62.
Gehirnſubſtanz 60.
Gehör 83.
Geruch 79, 82, Riechbecken 84.
Geſchmacksorgane 83, 86.
Giftblaſe 70.
Gift-Oeltügelchen 72.
Gift, ſeine Wirkung 71.

Haftlappen 28, 31.
Hebekraft 64.
Heftzellen 165.
Herzquerwand 50.
Hinterbeine 30.
Hinterleib 40, 41, 142, 144, Zahl der Ringe deſſ. 40.
Hörnchen 115, 123.
Hochzeitsflug der Königin 119.
Honigmagen 95, 96, ſeine Ausſtülpung 109, 110.
Honig aus Nektar umgewandelt 6, 108.
Hüftenglied 28.

Inſtinkt 58.
Intelligenz 58, 61.
Intima 99.
Jungfernzeugung 128.

Kakerlaken 148.
Kamm 30.
Keimzelle 121.
Ketten der Bienen 156.
Kiefer 18, 154.
Kinn 20.
Königin 6, Begattung derſ. 118, nur im Fluge 116, gefüttert von den Bienen 8, Eierlage 8, Organe 120, Eierſtöcke 121, ihre Zucht 135, ihre Fütterung 135.
Körbchen 30.
Kopfſchild 18.
Krallen 28, 31.

Lade 20.
Larvenfutter 8.
Linſe 115.
Lippentaſter 20.
Löffel 21.
Lora 20.
Luftlöcher des Hinterleibes 38.
Luftröhren 44, 46, ihre Struktur 45, 76.
Luftſäcke 46, 47, 59; beim Fluge gefüllt 37, 38, 115, 116.

Magenmund 96, 97, Konſtruktion deſſ. 98.
Magenſäfte 95, 98.
Meſoderm 138.
Mikropyle 130.
Mundteile 18.
Muskelthätigkeit 65.
Muskeln, woraus ſie beſtehen 63, 64.
Muskelſyſtem 63.

Nebenzungen 18.
Nerven und Nervenknotenzellen 56.
Nervenſyſtem 54, Entwicklung deſſ. 143.

Oberlippe 18.
Oehrchen 30.
Organe, unbekannte 85.

Parthenogeneſis 128.
Petiole 40.
Pollen 5; Pollenkörner 111.
Propolis 12.
Pygidium 40.

Querplatte 18.

Rückenſchuppen 40.
Rüſſel 19, 22.

Samenfädchen 114, 115, 130; Kälte tötet ſie 133.
Samenpatrone 116, 117.
Samentaſche 123, 124.
Schaft 18.

Digitized by Google

Schenkel 28.
Schenkelring 28.
Schienbein 28.
Schlund 18, 95.
Schwärmen 12.
Segel 28.
Sekret der Speicheldrüsen 109, der Spinndrüsen 145.
Sinus 29.
Sohlen 28.
Speichel 108.
Speisebrei 99.
Speisemagen 99.
Speiseröhre 18.
Spiegel 40.
Spinndrüsen 145.
Stachel, Struktur desf. 66, Scheide desf. 67, Lanzetten desf. 67, Widerhaken 67, Hebel 68.
Stiel 20.
Stielchen 124.
Striegelkamm 29.

Taster 22.
Töne, deren Deutung 77.
Tracheen 38, 46, 76.
Tuberkeln 60.
Uebergangszellen 167.

Vagina 123.
Verdauungsapparat 95
Verwandlungen 10, 137.

Waben 4, Stärke derf. 4, Länge und Durchmesser 4.
Wachsblättchen 151.
Wachs, ein Sekret 152.
—, knetbar zu machen 154.
—, wie viel Honig dazu gehört 154.
—, sein Gehalt 169.
Wachsproduktion 150.
Wärme im Bienenknäul 53.
Wasserbedürfnis 6.
Weiselzellen 5, 11.
Winkel der Zellen 158, 159, 167.

Zellen, Form derselben 157, ihre Größe 161, Durchmesser 162, unregelmäßige 166, Honigzellen 168, Bedecklung der Zellen 11.
Zunge 18, Struktur derf. 22.
Zungenmantel, Scheide 22.

Digitized by Google

46 höchste Auszeichnungen, Ehrendiplome und Medaillen in Gold und Silber.

Kolb u. Gröber,

Bienenzüchter und Werkstätte für sämtliche Bienenzucht-Geräte,
in **Lorch** in Württemberg.

Versenden auf Verlangen gerne an jeden Herrn Bienenzüchter ihre neue, reich illustrierte Preisliste über sämtliche neuesten und als praktisch erprobten **Bienenzucht-Geräte** umsonst und frei. Liefern als Spezialität (gesetzlich geschützt) neue **selbstregulierende Universal-Honigschleudern** von nur **11 Mk.** an in allen Größen, sowie ganz neue und gesetzlich geschützte **Universal-Honig- u. Wachs-Dampfschmelz-Apparate**, mit und ohne Presse, von **10 Mk.** an per Stück. In dieser jetzigen **Ausführung und Leistung ohne Konkurrenz**, das einzigste und beste zur Gewinnung von Honig und Wachs, was bis heute nur geboten. Versand nach aller Herren Länder, worüber feinste Referenzen, selbst von höheren Persönlichkeiten.

Bienenwirtschaftlicher Verlag
der Firma
C. A. Schwetschke und Sohn (Appelhans & Pfenningstorff) in Braunschweig.

Soeben ist erschienen und durch alle Buchhandlungen zu beziehen:

Das Rauben der Bienen.

Eine Zeitfrage im Lichte der Wissenschaft und des Rechts

von **Wilhelm Straub,**

Lehrer, Vorstand des Bienenzüchtervereins Dinkelsbühl,
Ehrenmitglied des Bienenzüchtervereins Nördlingen.

Zweite vermehrte und verbesserte Auflage.

Preis ca. 60 Pfennig.

Der Verfasser behandelt den für jeden Imker so wichtigen Stoff mit einer solchen sachgemäßen Gründlichkeit, die wohl nichts zu wünschen übrig läßt. Jeder findet in dem Buche den Weg angegeben, den er bei Raubanfällen erfolgreich zu beschreiten hat, oder was noch besser ist, wie er der Räuberei auf seinem Stande vorbeugen kann.

Baupläne für bienenwirtschaftliche Bauten,

enthaltend: Pavillons, Bienenhäuser, Bienenhütten, offene und umschlossene Bienenlagden, Wanderhütten, Wanderböcke, Bienenschauer, Erdmieten, offene und umschlossene unterirdische Bienenhütten.

Mit nötigen Erläuterungen und Anweisung zur zweckmäßigen Ueberwinterung.

Von **Josef Skach,** Bergingenieur in Voitsberg.

Heft II. Preis 1 Mk. — Heft I erschien 1889. Preis 1 Mk.

Früher ist erschienen:

Die Bienenzucht im Blätterstock,

einer bestens eingerichteten, die Vorteile der Berlepschbeute und des Bogenstülpers vereinigenden Bienenwohnung mit Mobilbau,

nebst Anleitung zur Anfertigung derselben aus Holz und Stroh,

und mit Berücksichtigung des rationellen Korbbetriebs.

Von **A. Alberti.**

Mit 50 Holzschnitt-Abbildungen. — Preis 2,50 Mk.

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google